

PRAKTYCZNY

ELEKTRONIK

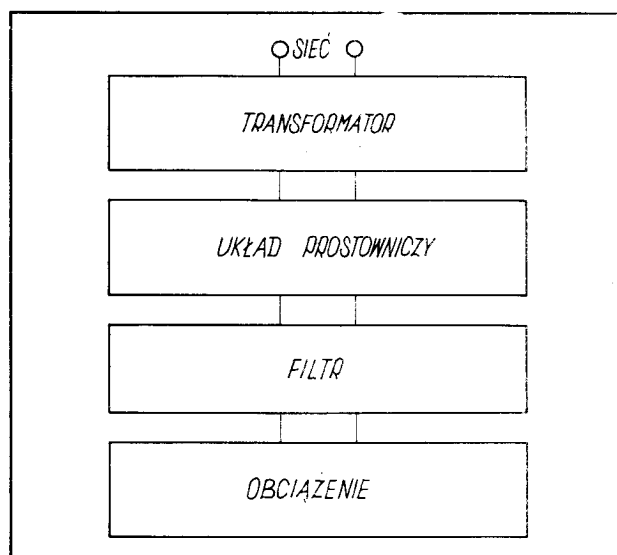
NR IND 372161

cena 10000 zł

KWIECIEŃ NR 4

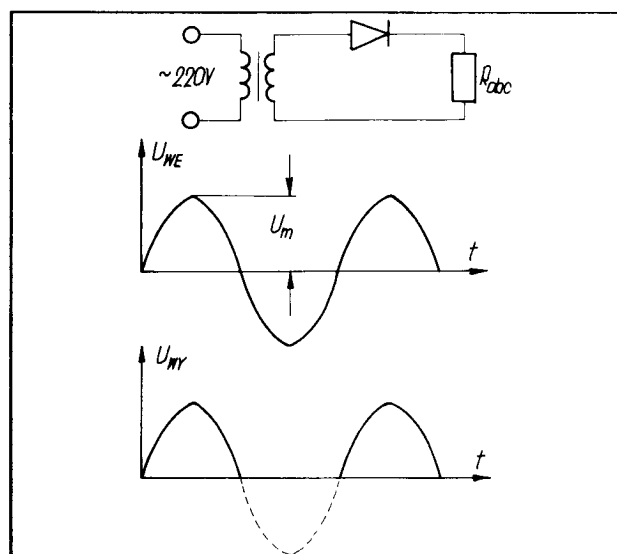
Przyrządy półprzewodnikowe teoria i praktyka cz. 3

Prostowniki diodowe wchodzą w skład zasilaczy sieciowych jednofazowych – najczęściej używanych w praktyce amatora – elektronika. Schemat blokowy takiego zasilacza przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat blokowy zasilacza sieciowego

Transformator jest podłączony do sieci zasilającej 220 V ($\pm 5\%$ na terenach miejskich oraz $+5\%$ i -10% na terenach wiejskich) o częstotliwości 50 Hz ($+0,2$ Hz, $-0,5$ Hz) i przetwarza to napięcie na napięcie (napięcia) o innej (innych) wartościach.



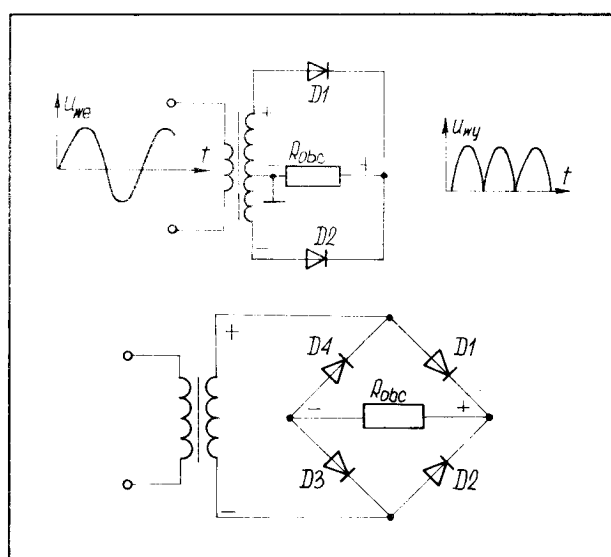
Rys. 2 Prostownik jednopółkowy

Prostowniki przetwarzają napięcie przemienne na stałe. Ze względu na sposób wykorzystania napięcia

przemiennego rozróżnia się dwa układy pracy prostowników:

- układy prostownicze półokresowe (półfalone, jednopółówkowe), w których po procesie prostowania pozostają tylko te części przebiegu napięcia przemiennego, które są jednakowego znaku, a części przeciwnego znaku są wyeliminowane (rys. 2),
- układy prostownicze pełnookresowe (całofalowe, dwupółówkowe), w których części przebiegu o przeciwnych znakach występują w napięciu wyjściowym, w tym jedna z nich po zmianie znaku.

Rys. 3 przedstawia dwa układy pracy prostowników pełnookresowych.



Rys. 3 Prostowniki dwupółkowe
a) układ dwudiodowy b) mostek Graetza

Układ wg rys. 3b jest dziełem profesora Leo Graetza (1856-1941) – fizyka z Monachium. W układzie tym dla jednego półokresu napięcia wejściowego prąd płynie od końcówki transformatora będącej na potencjale ujemnym (oznaczona "–") poprzez diodę $D3$, obciążenie, diodę $D1$ do końcówki transformatora oznaczonej "+". Dla tego półokresu jest to prostownik jednopółkowy z połączonymi szeregowo diodami $D1$ i $D3$. W drugim półokresie potencjały na końcówkach transformatora zmieniają się na przeciwne i prąd płynie teraz przez diodę $D4$, obciążenie i diodę $D2$; jest to teraz prostownik jednopółkowy z połączonymi szeregowo diodami $D2$ i $D4$. W sumie prąd płynie przez obciążenie w jednym kierunku i w czasie obu półokresów, co oznacza, że układ Graetza (popularny mostek Graetza) jest prostownikiem dwupółkowym.

Ciąg dalszy na str. 8

PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

KWIECIEŃ NR 4/93

SPIS TREŚCI

Elementy półprzewodnikowe teoria i praktyka cz. 3	2
Kwarcowy generator 50 Hz	4
Miernik wysterowania z prostownikiem idealnym	5
Elementy bierne – oznaczenia	10
Minutnik	12
Antena ze wzmacniaczem na radiowe pasmo UKF OIRT lub CCIR	13
Wzmacniacz mocy 40 W	15
Przedwzmacniacz gramofonowy	17
Korektor graficzny – pamięć charakterystyk cz. 1	20
Wzmacniacz stereofoniczny z regulacją barwy dźwięku	21
Uniwersalne płytki drukowane	23

Płytki drukowane wysyłane są w terminie do dwóch tygodni za zaliczeniem pocztowym. Koszt wysyłki
20000 zł przy kwocie do 100000 zł; 24000 zł przy kwocie do 200000 zł.

Wydawca ARTKELE – Zielona Góra

Ogłoszenia i Reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto ELEKTRA – ZAKŁAD ELEKTRONICZNY ul. Olbrychta 10 Zielona Góra, BANK SPÓŁDZIELCZY Zielona Góra nr 997283-102847-2541.

Ceny:

- 1 cm² ogłoszenia ramkowego 9000 zł (najmniejsze ogłoszenie 15 cm²)
- ogłoszenia drobne do 40 słów 6000 zł za słowo

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść ogłoszenia.

Adres:

Redakcja "Praktyczny Elektronik"
ul. Olbrychta 10
tel. 58-84, 43-12
65 001 Zielona Góra,

Red. Naczelny inż. Dariusz Cichoński

Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczone w "Praktycznym Elektroniku" mogą być wykorzystywane wyłącznie dla potrzeb własnych. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów "Praktycznego Elektronika" – możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

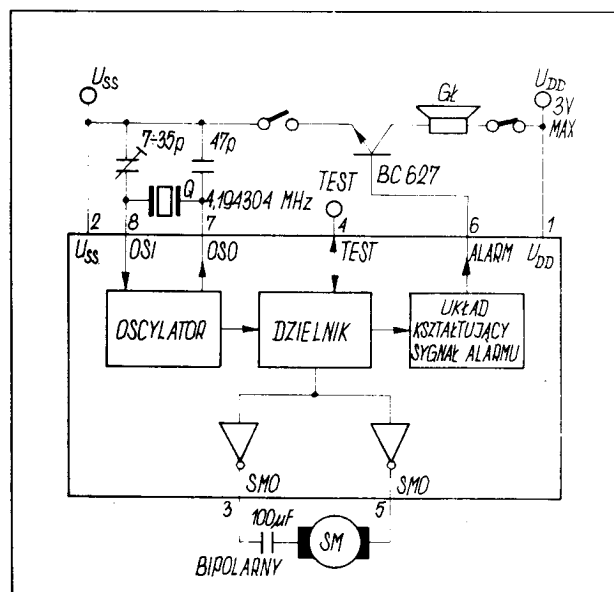
Kwarcowy generator 50 Hz

W sklepach elektronicznych można kupić radioodbiorniki z zegarem. Cena tych urządzeń nie jest wysoka, dlatego też są chętnie kupowane. Po włączeniu radia do sieci i ustawieniu zegara wszystko wydaje się być w porządku. Jednak na drugi dzień okazuje się, że zegar spóźnia się o kilka lub kilkanaście minut. W artykule tym przedstawiono układ pozwalający uporać się z tym problemem.

Do prawidłowej pracy zegara elektrycznego lub elektronicznego potrzebne jest stabilne źródło częstotliwości wzorcowej. W Zachodniej Europie wykorzystuje się w tym celu częstotliwość sieci energetycznej (50 Hz). Utrzymanie przez cały czas częstotliwości 50 Hz jest niemożliwe ze względów technicznych, dlatego stosuje się dobowe równanie częstotliwości. Oznacza to, że średnia częstotliwość w ciągu doby wynosi 50 Hz, choć chwilami może być większa lub mniejsza.

Takie rozwiązanie pozwala na zbudowanie zegara bez generatora kwarcowego, co obniża koszty urządzenia. Niestety to co zdaje egzamin za granicą w Polsce nie sprawdza się.

Nawet niewielka odchyłka 0,25 Hz w ciągu doby powoduje, że zegar wykorzystujący jako źródło wzorcowe częstotliwość sieci energetycznej będzie się spóźniał o 7,2 min na dobę. Taka dokładność jest nie do przyjęcia.



Rys. 1 Schemat blokowy i aplikacja układu MC 1210

Jedynym wyjściem w sytuacji jest zamontowanie wewnętrznego generatora kwarcowego, który dostarczy przebiegu o częstotliwości 50 Hz. Zastosowanie rezonatora kwarcowego o częstotliwości 1,000000 MHz nie jest wbrew pozorom najlepszym wyjściem z sytuacji, gdyż wymaga zastosowania czterech dzielników dziesiętnych, dzielnika przez dwa, i układu generatora. Zatem powstaje w takim przypadku dość rozbudowany układ.

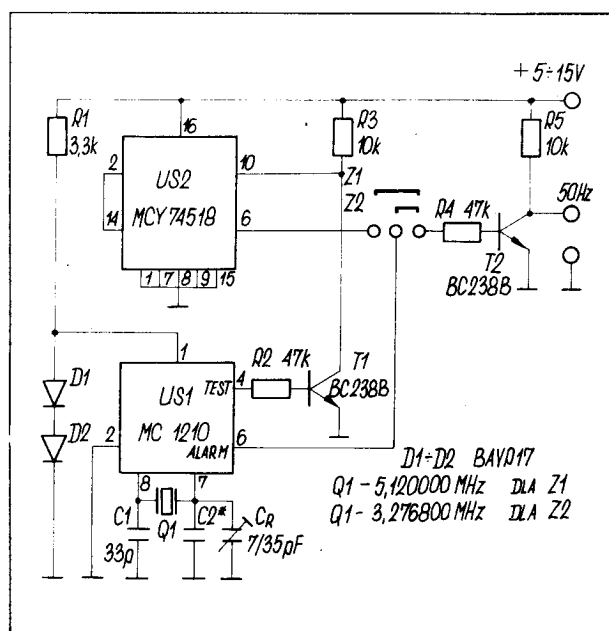
Proponowane rozwiązanie pozwala na zastosowanie tylko jednego układu scalonego z rezonatorem kwarcowym o częstotliwości 3,276800 MHz ($100 \cdot 2^{15}$ Hz). Rezonator o tej częstotliwości pracy jest dostępny w sklepach z podzespołami elektronicznymi. W układzie przewidziano też możliwość zastosowania innego rezonatora 5,120000 MHz ($10000 \cdot 2^9$). Wymaga to jednak zastosowania jeszcze jednego układu scalonego.

Opis układu

Podstawowym elementem urządzenia jest układ scalony zegara analogowego MC 1210N (rys. 1). Układ ten przeznaczony jest do sterowania silnikiem krokowym zegara analogowego (wskazówkowego). Przystosowany jest on do zasilania napięciem 1,5 V.

W układzie MC 1210 można wyróżnić następujące bloki funkcjonalne: generator, dzielnik binarny o stopniu podziału 2^{23} , stopień wyjściowy sterujący silnikiem krokowym.

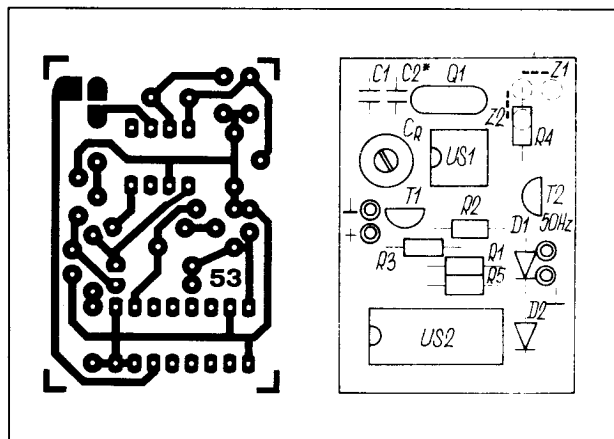
W typowej aplikacji fabrycznej układ ten współpracuje z rezonatorem kwarcowym 4,194304 MHz (2^{22} Hz). Na wyjściach układu S1 i S2 otrzymuje się przebiegi o przeciwnych fazach i częstotliwości 0,5 Hz. Pozwalają one na bezpośrednie sterowanie cewką silnika krokowego. Ponadto na wyjściach układu (nóżka 6) dostępny jest sygnał alarmu (budzenie) o częstotliwości 64 Hz, oraz sygnał testowy (nóżka 4) o częstotliwości 4096 Hz.



Rys. 2 Schemat ideowy generatora kwarcowego 50 Hz

Dane o częstotliwościach przebiegów na wyjściach ALARM i TEST pozwalają obliczyć stopień podziału częstotliwości generatora. Wynosi on: 2^{16} dla wyjścia ALARM i 2^{10} dla wyjścia TEST. Zatem chcąc uzyskać

na wyjściu ALARM częstotliwość 50 Hz należy zastosować w układzie generatora rezonator kwarcowy o częstotliwości $50 \cdot 2^{16} \text{ Hz} = 100 \cdot 2^{15} = 3,276800 \text{ MHz}$. Dla wyjścia TEST częstotliwość rezonatora powinna wynosić $50 \cdot 2^{10} = 51,200 \text{ kHz}$. Niestety rezonator o takiej częstotliwości nie jest dostępny. Można natomiast nabyć rezonator o częstotliwości sto razy wyższej tzn. 5,120000 MHz, wymaga on jednak zastosowania dodatkowego dzielnika częstotliwości.



Rys. 3 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów

Jak już na wstępie wspomniano układ scalony US1 jest zasilany napięciem 1,5 V. Dostarczane jest ono z prostego "stabilizatora" zbudowanego z diod D1, D2 i rezystora R1.

W przypadku stosowania rezonatora kwarcowego o częstotliwości 3,276800 MHz sygnał z wyjścia ALARM (nóżka 6 US1) doprowadzony jest przez zworę Z2 do tranzystora T2. Tranzystor ten jest równocześnie separatorem i konwerterem amplitudy, gdyż przebieg na wyjściu US1 ma tylko 1,5 V_{pp}. W tym rozwiązaniu można pominąć układ scalony US2, T1, R2, R3.

Jeżeli posiadamy rezonator kwarcowy o częstotliwości 5,120000 MHz wówczas z wyjścia TEST (nóżka 4 US1) sygnał doprowadzony jest do wejścia dzielnika częstotliwości MCY 74518, o stopniu podziału 100.

Tranzystor T1 tworzy konwerter poziomów logicznych. Po podzieleniu przebieg doprowadzony zostaje przez zworę Z1 do tranzystora T2.

Generator może być zasilany napięciem stabilizowanym z przedziału 5 ÷ 15 V. Jego wyjście łączymy z wejściem zegara (nóżka 25 układu LM 8560). Dokładną regulację generatora przeprowadza się trymerem C_R, obserwując dobowe odchyłki w pracy zegara. W przypadku, gdy nie uda się ustawić dokładnych wskazań konieczne jest wlutowanie kondensatora C2 o pojemności kilkunastu pikofaradów.

Zamiast układu MC 1210 można też zastosować układ MC 1211, ale tylko przy współpracy z rezonatorem kwarcowym 5,120000 MHz. Układ ten bowiem ma inny sygnał alarmu, nie nadający się do wykorzystania w przedstawionym rozwiązaniu.

Na zakończenie jeszcze jedna praktyczna wskazówka związana z zakupem rezonatora. Należy mianowicie zwrócić uwagę, aby na obudowie była wydrukowana lub wytłoczona częstotliwość rezonansowa łącznie ze wszystkimi zerami, tak jak podano w wykazie elementów.

Wykaz elementów

US1	– MC 1210 (MC 1211 – patrz opis w tekście)
US2	– MCY 74518 (CD 4518) – patrz opis w tekście
T1, T2	– BC 238B lub dowolny npn h ₂₁ ≥ 250
D1, D2	– BAVP 17÷21 (1N4148)
R1	– 3,3 kΩ/0,125 W
R2, R4	– 4,7 kΩ/0,125 W
R3, R5	– 10 kΩ/0,125 W
C1	– 33 pF typ KCP
C2	– patrz opis w tekście
C _R	– KCD-7-7/35 pF/160 V lub inny podobny φ7 mm
Q1	– rezonator kwarcowy 3,276800 MHz (5,120000 MHz – patrz opis w tekście)

płytką drukowaną numer 053

Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 2500 zł + koszty wysyłki.

◇ D. C.

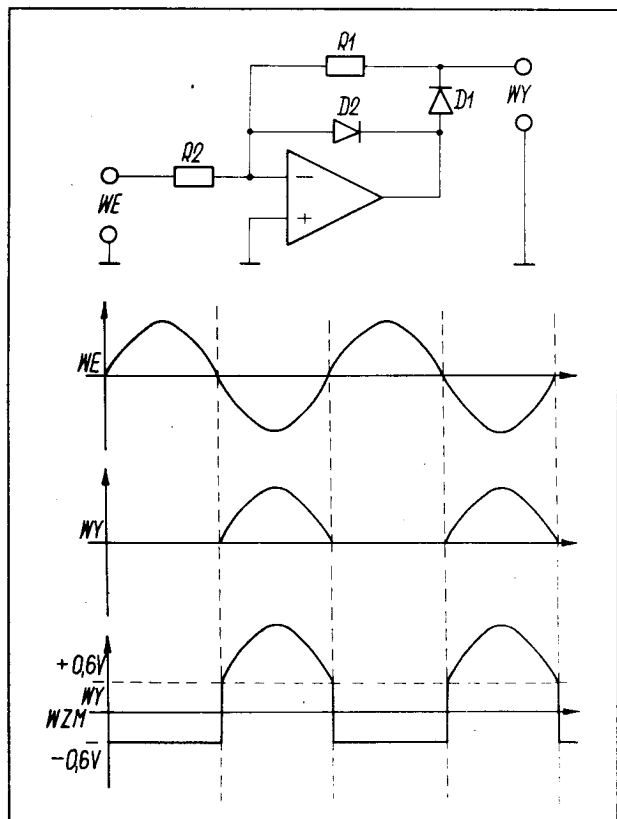
Miernikysterowania z prostownikiem idealnym

Miernikysterowania jest przydatnym urządzeniem pozwalającym kontrolować pracę toru elektroakustycznego. Może być wykorzystywany do pomiaru amplitudy sygnału dochodzącego do przedwzmacniacza lub mocy oddawanej do obciążenia przez wzmacniacz mocy. W artykule opisano układ miernika, który może pracować już przy napięciu zasilania 3,8 V, co jest niewątpliwą zaletą w przypadku urządzeń zasilanych z baterii.

Zasada działania układu miernikaysterowania polega na pomiarze napięcia sygnału akustycznego. W tym celu sygnał wejściowy podlega wstępnemu wzmocnieniu, wyprostowaniu, logarytmowaniu i przetworzeniu na sygnał optyczny, w naszym przypadku polega to na zapalaniu "linijki" diodowej.

Mając na celu uproszczenie konstrukcji urządzenia, a także zminimalizowanie liczby potrzebnych elementów, połączono razem wzmacniacz wstępny i prostownik, oraz układ przetwarzania i logarytmowania.

W układzie prostowania zastosowano jednopółkowy prostownik idealny. Jest on w zupełności wystarczający dla celów urządzenia powszechnego użytku. Na marginesie można dodać, że mierniki wystawiania w urządzeniach profesjonalnych wyposażone są w prostowniki pełnookresowe.



Rys. 1 Schemat idealnego prostownika jednopółkowego oraz przebiegi w poszczególnych punktach układu.

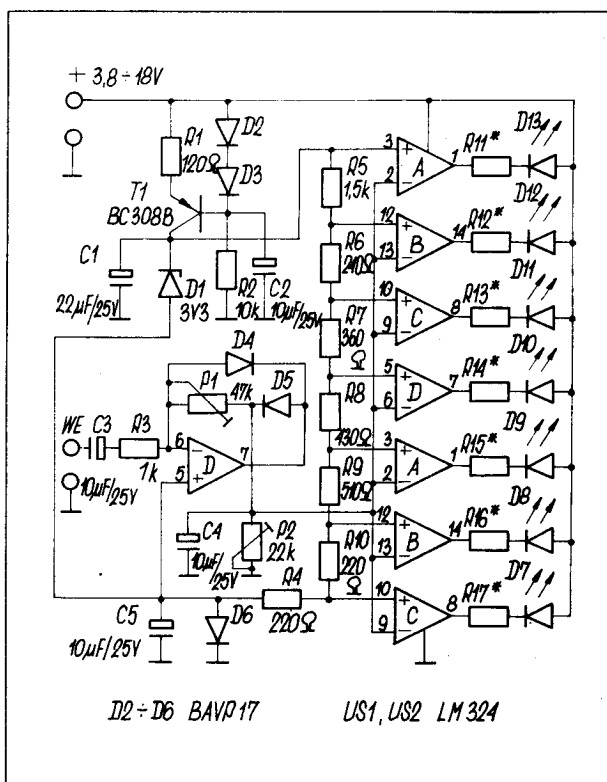
Na rys. 1 przedstawiono schemat jednopółkowego prostownika idealnego. Zastosowanie wzmacniacza operacyjnego pozwoliło na praktycznie całkowite wyeliminowanie nieliniowości charakterystyki diody półprzewodnikowej. Dla ujemnej półki napięcia wejściowego układ pracuje jako wzmacniacz odwracający o wzmocnieniu równym stosunkowi rezystorów $R2/R1$. Dioda D1 jest wówczas w stanie przewodzenia, a dioda D2 w stanie zablokowania.

Spadek napięcia na diodzie D1 jest zredukowany w stopniu wynikającym ze wzmocnienia wzmacniacza operacyjnego z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego.

Dla dodatniej półki napięcia wejściowego dioda D1 jest zatkana, przewodzi natomiast dioda D2. Napięcie wyjściowe jest wtedy równe zero. Zastosowanie diody D2 nie pozwala na nasycenie się wzmacniacza (dla półki dodatniej napięcia wejściowego), co poprawia parametry częstotliwościowe prostownika. Rozpatrując sprawę teoretycznie dla wzmacniacza idealnego dioda ta nie jest potrzebna.

Napięcie wyjściowe prostownika z rys. 1 jest dodatnie. Chcąc zmienić polaryzację napięcia wystarczy zmienić kierunki włączenia diod D1 i D2.

Na rys. 2 przedstawiono przebiegi czasowe w różnych punktach układu. Charakterystyczne pionowe odcińki przebiegu na wyjściu wzmacniacza operacyjnego odpowiadają pracy przy otwartej pętli sprzężenia zwrotnego (dla amplitud napięcia wyjściowego z przedziału $-0,6 \div +0,6$ V), kiedy to obie diody nie przewodzą.



Rys. 2 Schemat ideowy miernika wystawiania

Opis układu

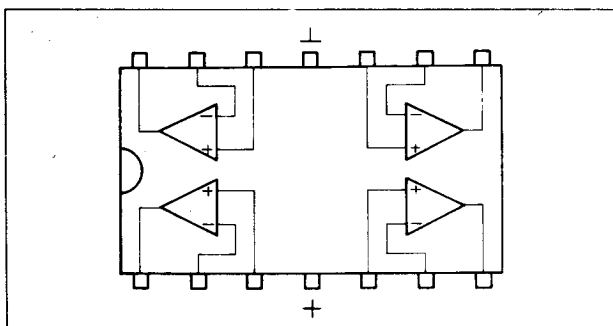
Miernik wystawiania zbudowano z wykorzystaniem poczwórnych wzmacniaczy operacyjnych LM 324 (US1 i US2). Układy te mogą pracować z pojedynczym napięciem zasilania, w praktyce już nawet od 3 V.

Sygnał wejściowy doprowadzony jest do prostownika idealnego (US2 wzm. D). Potencjometr P1 umożliwia regulację wzmocnienia, a co za tym idzie regulację czułości układu. Na wyjściu prostownika umieszczono filtr C4, P2, "wygładzający" przebieg. Potencjometr P2 umożliwia regulację czasu rozładowywania kondensatora C4, czyli regulację szybkości powrotu zapalonego słupka diod.

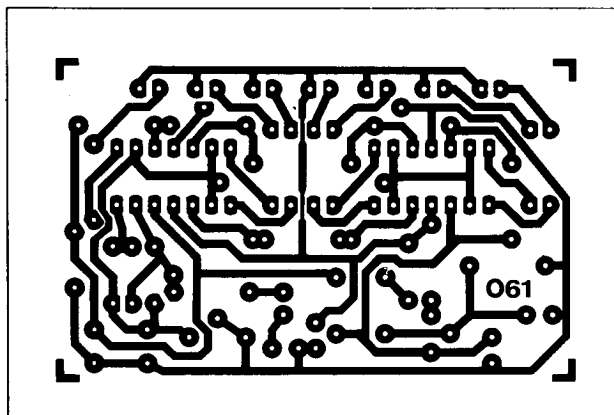
Wyprostowany i "wygładzony" sygnał doprowadzony zostaje do wejść odwracających pozostałych wzmacniaczy operacyjnych. Wejścia nieodwracające są spolaryzowane napięciami z drabinki rezystorowej R4÷R10. Odpowiedni dobór wartości tych rezystorów pozwolił uzyskać logarytmiczną charakterystykę przetwarzania. W momencie przekroczenia przez napięcie

wejściowe (wejścia odwracające wzmacniaczy) wartości napięcia doprowadzonego z drabinki rezystorowej do wejścia wzmacniacza następuje zmiana napięcia na jego wyjściu z wysokiego na niskie. Powoduje to zapalenie się odpowiedniej diody świecącej D7÷D13. Jako pierwsza zapala się dioda D7. Jasność świecenia diod zależy od napięcia zasilania, oraz od wartości rezystorów R11÷R17.

Drabinka rezystorowa zasilana jest napięciem stabilizowanym odłożonym na diodzie Zenera D1 i diodzie D6. Wprowadzenie diody D6 było spowodowane koniecznością przesunięcia napięcia "zerowego" przy braku sygnału, dioda ta tworzy tzw. sztuczną masę. Dioda Zenera zasilana jest ze źródła prądowego zbudowanego na tranzystorze T1. Prąd tego źródła wynosi ok. 5 mA. Jest on zależny od wartości rezystora R1 i spadku napięcia na diodach D2 i D3.



Rys. 3 Opis wyprowadzeń układu scalonego LM 324



Rys. 4 Schemat płytki drukowanej

Montaż i uruchomienie

Miernikysterowania zmontowano na płytce drukowanej. Montaż należy rozpocząć od wlutowania dwóch zworek wykonanych przewodem izolowanym. Na rysunku montażowym jedną ze zwor oznaczono strzałkami zaznaczonymi gwiazdkami. Diody świeące można wlutować pionowo w płytkę drukowaną, lub też zagiąć je pod kątem 45°, tak aby były ułożone równolegle do płytki. Kolorystykę diod można dobrać według własnego uznania.

Podana na schemacie ideowym wartość napięcia diody Zenera D1 dotyczy zakresów napięć zasilania od 6 V wzwyż. Można też zastosować diodę na wyższe napięcie, ale powinno ono być mniejsze, o co najmniej 2,5 V od napięcia zasilania układu. Np.: przy napięciu zasilania 12 V można zastosować diodę Zenera o napięciu 9,1 V. Zwiększenie napięcia diody D1 powoduje zmniejszenie czułości układu. Dzieje się to na skutek zwiększenia wartości napięć doprowadzanych do wejść wzmacniaczy z drabinki rezystorowej.

Przy zasilaniu miernika napięciem niższym niż 6 V należy w miejsce diody D1 wlutować diodę uniwersalną np. BAVP 17.

UWAGA ! Anodę diody uniwersalnej łączymy z kolektorem tranzystora T1. W tym przypadku czułość miernika wzrasta.

Na schemacie ideowym nie podano wartości rezystorów ograniczających prąd diod świeących. Ich wartości zależą bowiem od napięcia zasilania. Wartości tych rezystorów można obliczyć według poniższego wzoru:

$$R [\Omega] = \frac{U_z [V] - 0,2 [V] - U_D [V]}{I_D [A]}, \text{ gdzie}$$

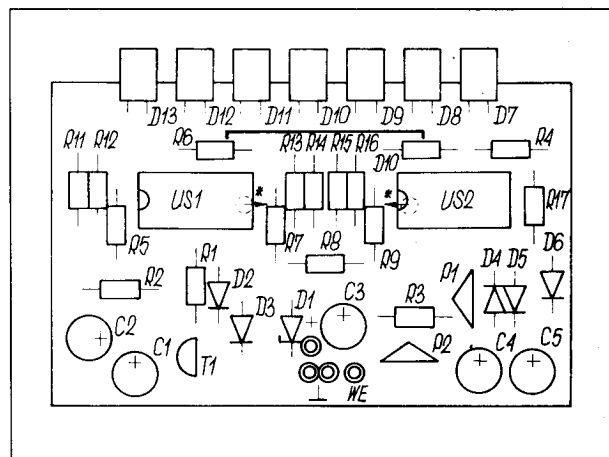
U_z – napięcie zasilania

0,2 V – napięcie nasycenia wyjścia wzmacniacza

U_D – spadek napięcia na diodzie świecącej, wynoszący: 1,6÷1,7 V dla diod świeących na czerwono, 2,0÷2,1 V dla diod świeących na zielono lub żółto

I_D – prąd diody świecącej (typowo 0,01 A)

Uruchomienie układu sprowadza się do takiego ustawienia potencjometru P1, aby przy nominalnym sygnale wejściowym świeciło się pięć diod. Wówczas zapalenie się diod D12 i D13 informuje o przesterowaniu toru. Potencjometrem P2 ustawiamy czas opadania wskazań.



Rys.5 Rozmieszczenie elementów

Wykaz elementów

US1, US2	– LM 324
T1	– BC 308B lub dowolny pnp $h_{21} \geq 200$
D1	– BZP 683 C 3V3 (patrz opis w tekście)
D2÷D6	– BAVP 17÷21 (1N4148)
D7÷D13	– elektroluminescencyjne typ i kolor świecenia dowolny
R1	– $120 \Omega / 0,125 \text{ W}$
R2	– $10 \text{ k}\Omega / 0,125 \text{ W}$
R3	– $1 \text{ k}\Omega / 0,125 \text{ W}$
R4, R10	– $220 \Omega / 0,125 \text{ W}$
R5	– $1,5 \text{ k}\Omega / 0,125 \text{ W}$
R6	– $240 \Omega / 0,125 \text{ W}$
R7	– $360 \Omega / 0,125 \text{ W}$

R8	– $430 \Omega / 0,125 \text{ W}$
R9	– $510 \Omega / 0,125 \text{ W}$
R11÷R17	– patrz opis w tekście
C1	– $22 \mu\text{F} / 25 \text{ V}$ typ 04/U
C2÷C5	– $10 \mu\text{F} / 25 \text{ V}$ typ 04/U
P1	– $47 \text{ k}\Omega$ typ TVP 1232 " stojący"
P2	– $22 \text{ k}\Omega$ typ TVP 1232 " stojący"

płytką drukowaną **numer 061**

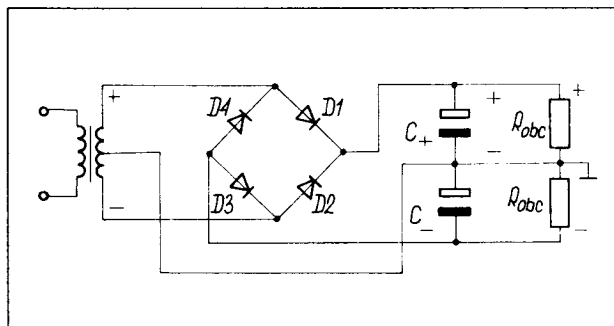
Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem
 pocztowym.

Cena: 5300 zł + koszty wysyłki.

◇ D. C.

Ciąg dalszy ze str. 2

Ciekawą odmianę układu prostowniczego stanowi
 prostownik mostkowy współpracujący z transformato-
 rem z odczepem środkowym (rys. 4).



Rys. 4 Prostownik dwupołkowy mostkowy
 z odczepem środkowym

Efektem takiego połączenia jest przekształcenie
 prostownika mostkowego z jednobiegunowego w dwu-
 biegunowy (symetryczny) zasilacz napięcia stałego.
 Analiza pracy tego układu, którą pozostawiamy docie-
 kliwym czytelnikom, pozwala na stwierdzenie, że sta-
 nowi on połączenie dwóch prostowników wg rys. 3a.

Porównanie układów prostowniczych

Dla celów porównania przedstawionych układów
 przypomnimy kilka pojęć:

1. Sprawność prostowania – stosunek mocy prądu sta-
 łego wydzielonej na obciążeniu o charakterze re-
 zystancyjnym do mocy wejściowej prądu przemię-
 nego;
2. Współczynnik wykorzystania transformatora – stosu-
 nek wartości mocy wyjściowej prądu stałego do war-
 tości mocy znamionowej uzwojenia wtórnego trans-
 formatora;
3. Współczynnik tętnień prostownika – stosunek war-
 tości skutecznej podstawowej harmonicznej składo-
 wej zmiennej napięcia wyjściowego do wartości składo-
 wej stałej tego napięcia. Można łatwo zauważyć
 (patrz rys. 2 i 3), że napięcie wyjściowe prostowników
 ma charakter stały jedynie co do znaku, gdyż jego
 wartość chwilowa zmienia się od zera do wartości
 maksymalnej. Takie napięcie nie nadaje się do zasila-
 nia układów elektronicznych z tranzystorami i ukła-
 dami scalonymi. Aby napięcie było naprawdę stałe,
 stosuje się odpowiednią filtrację (o niej w dalszej czę-
 ści artykułu), która powoduje obniżenie współczyn-
 nika tętnień;
4. Częstotliwość tętnień – częstotliwość podstawowa
 składowej zmiennej na wyjściu prostownika. Wyższa
 częstotliwość tętnień ułatwia ich filtrację.

Porównanie parametrów układów prostowniczych zawiera tabela 1.

Tabela 1

Parametr	Typ układu prostowniczego		
	1-połówk.	2-połówk.	2-poł. Graetza
Sprawność prostowania	0,40	0,81	0,81
Współczynnik wykorzystania trafo	0,28	0,69	0,81
Współczynnik tętnień	1,21	0,48	0,48
Częstotliwość tętnień	50 Hz	100 Hz	100 Hz
Liczba diod	1	2	4

Układ prostownika jednopołówkowego spełnił dużą rolę w beztransformatorowym zasilaniu odbiorników telewizyjnych i radiowych, ze względu na prostą budowę i niewielki koszt.

Układ dwupołówkowy z wyprowadzonym środkiem uzwojenia transformatora był bardzo popularny w prostownikach lampowych, gdyż umożliwiał żarzenie lamp z tego samego uzwojenia transformatora.

Układ Graetza posiada zdecydowaną przewagę nad w/w, szczególnie w zakresie większych mocy i wyższych napięć. Posiada on jeszcze jedną ważną cechę w stosunku do układu dwupołówkowego z dwoma diodami: może pracować bez transformatora.

Inne stosowane układy prostownicze to między innymi:

- powielacze napięcia, które umożliwiają w zasilaczach wysokiego napięcia stosowanie transformatora o niższym napięciu wtórnym;
- układy trójfazowe jednopołówkowe (zasilanie beztransformatorowe) i mostkowe, które są stosowane przy mocach powyżej 1 kW;
- prostowniki sterowane z tyrystorami.

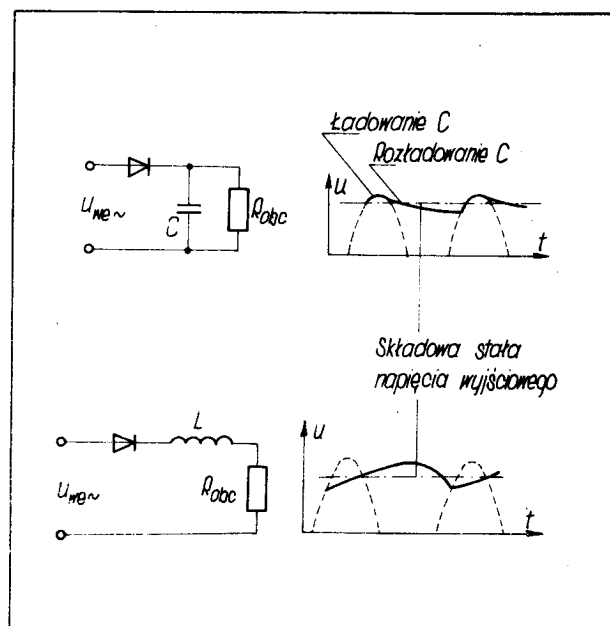
Filtry układów prostowniczych.

Jakość napięcia zasilającego układ elektroniczny jest zdeterminowana przez skuteczność filtracji. Można stwierdzić, że wymagania w stosunku do jakości filtracji rosną w miarę zmniejszania się amplitudy sygnału, przy której układ ma pracować. W tabeli 1 podano, że układ prostownika dwupołówkowego posiada współczynnik tętnień równy 0,48, co oznacza, że 48% napięcia wyjściowego jest udziałem składowej przemiennej. Prosimy zestawzić tę wartość z podanymi niżej dopuszczalnymi wartościami składowej przemiennej dla różnych typów obciążeń:

– tranzystorowy stabilizator napięcia	– 5% do 15%
– obwody żarzenia lamp	– 1% do 10%
– układy podstawowe odbiorników RTV	– 0,3% do 2%
– głowica i wzmacniacz p.c.z. TV	– 0,01% do 0,1%
– układy cyfrowe	– 0,01% do 1%
– wzmacniacze akustyczne i przetworniki AC	– 0,01 do 0,0001%
– mikrofony	– 0,0001%

Filtry stosowane na wyjściu prostowników to filtry dolnoprzepustowe – przenoszące składową stałą i mocno tłumiące składową zmienną. Typy tych filtrów przedstawia rys. 5.

Filtr z wejściem pojemnościowym (rys. 5a) ma kondensator włączony równolegle do układu prostownika i obciążenia. Filtry tego rodzaju stosuje się w prostownikach o mocy do kilkuset watów. Kondensator ładuje się w czasie przewodzenia diody w obwodzie o małej rezystancji tworzonym przez uzwojenie wtórne transformatora, diodę i sam kondensator. Napięcie na kondensatorze rośnie więc szybko do wartości szczytowej napięcia wejściowego.



Rys. 5 Filtry prostowników a) pojemnościowy, przebiegi b) indukcyjny, przebiegi

Gdy wartość chwilowa tego napięcia zaczyna maleć, kondensator zaczyna się rozładowywać przez obciążenie. Stała czasowa zależy (przy danej wartości pojemności) głównie od rezystancji obciążenia, która jest stosunkowo duża. Rozładowanie kondensatora jest więc niewielkie. Następuje zwiększenie zawartości składowej stałej napięcia i zmniejszenie tętnień. Przebiegi prądu i napięcia kondensatora przedstawia rys. 5b.

W celu obliczenia przybliżonej wartości skutecznej napięcia tętnień na obciążeniu można się posłużyć odpowiednimi wzorami:

- dla prostowników jednopołówkowych
 $U_T = 4,5 \cdot (I_o/C)$;
 - dla prostowników dwupołówkowych
 $U_T = 1,7 \cdot (I_o/C)$;
- gdzie: U_T [V], I_o [mA], C [μ F].

Przykładowo: dla prądu obciążenia $I_o = 100$ mA i wartości pojemności równej 1000μ F, napięcie skuteczne tętnień wyniesie 0,17 V. Aby uzyskać tę samą wartość napięcia U_T dla $I_o = 1$ A, należałoby zastosować kondensator o wartości 10000μ F.

Istnieje kilka ciekawych aspektów pracy prostownika z filtrem pojemnościowym:

1. W czasie nieprzewodzenia diody prostowniczej, napięcie na jej katodzie jest dodatnie i ma wartość równą prawie wartości maksymalnej napięcia wejściowego (jest to napięcie na kondensatorze). W tym samym czasie anoda diody jest spolaryzowana ujemnie napięciem o tej samej wartości. Wypadkowe napięcie na diodzie jest więc równe podwojonej wartości maksymalnej napięcia prostowanego.

W tym miejscu zadanie dla naszych Czytelników: Jaki typ diody z typoszeregu BYP401 do 1000 należy

zastosować w układzie Graetza, gdy wartość skuteczna napięcia wyjściowego transformatora wynosi 40V? Jaka jest wartość napięcia na jednej nieprzewodzącej diodzie?

Wśród autorów poprawnej odpowiedzi rozlosujemy nagrodę – niespodziankę.

2. Przez diody prostownika prąd przepływa krótkimi impulsami, niezbędnymi do doładowania kondensatora filtrującego. Impuls prądu ładowania jest bardzo duży; tym większy im większa jest pojemność. Szczególnie znaczenie ma ten fakt w momencie włączania prostownika do sieci. W celu ograniczenia tego prądu i zabezpieczenia diody, stosuje się włączony szeregowo rezystor ograniczający prąd o wartości od kilku do kilkudziesięciu omów.

Filtr z wejściem indukcyjnym (rys. 5c) ma indukcyjność połączoną szeregowo z obciążeniem. Rola indukcyjności (dławika) polega na magazynowaniu energii w postaci pola magnetycznego w momentach, gdy

prąd w obwodzie rośnie i następnie oddawaniu tej energii z powrotem, gdy prąd w obwodzie zanika. Uzyskuje się tym samym efekt braku gwałtownych zmian prądu – zwiększenie zawartości składowej stałej i zmniejszenie tętnień. Przebieg napięcia na wyjściu filtru il. rys. 5d. Większa indukcyjność to większa skuteczność filtru, ale zarazem większe wymiary i straty na rezystancji szeregowej dławika.

Jako ciekawostkę można podać przykład rozwiązania spotykanego w starych odbiornikach lampowych, gdzie dławik filtru zasilacza pełnił równocześnie funkcję elektromagnesu w głośniku (elektromagnes stosowany był zamiast magnesu stałego).

Najskuteczniejszymi filtrami są złożone filtry LC i RC. Jednakże w praktyce elektronika – amatora najczęściej wystarcza popularny "elektrolit".

W następnym artykule o innych, ciekawych układach pracy diod.

◇ R. S.

Elementy bierne – oznaczenia

Elementy RC stanowią około 70% wszystkich podzespołów stosowanych w urządzeniach elektronicznych. Listy napływające do naszej redakcji dowodzą, że znajomość tej grupy podzespołów jest bardzo mała. Dotyczy to typów elementów, ich podstawowych parametrów, oraz oznaczeń. Artykuł ten stanowi początek cyklu, który pomoże poznać bliżej te podzespoły.

Podstawowe wielkości i jednostki miar stosowane w elektronice

Każdy z amatorów potrafi wymienić podstawowe wielkości spotykane w elektronice. Dla przypomnienia w tabeli 1 zamieszczono wielkości fizyczne najczęściej występujące w elektronice, ich oznaczenia literowe, a także jednostki podstawowe.

Tabela 1

Wielkość fizyczna	Oznaczenie literowe	Jednostka podstawowa
natężenie prądu	I	amper [A]
napięcie	U	wolt [V]
rezystancja	R	om [Ω]
pojemność	C	farad [F]
indukcyjność	L	henr [H]
moc prądu elektrycznego	P	wat [W]
częstotliwość	F	herc [Hz]
okres	T	sekunda [s]

W praktyce wielkości te osiągają często bardzo duże rozpiętości swoich wartości. Dla przykładu można podać spotykane wartości rezystancji $0,1 \Omega \div 10000000 \Omega$, lub pojemności $0,000000000000 \text{ F} \div 0,01 \text{ F}$. Przy zapisie takich wartości duża liczba zer przed lub po przecinku

wprowadzała by zamieszanie. Dlatego też przed literami oznaczającymi jednostkę podstawową umieszcza się odpowiednie przedrostki wielokrotne i podwielokrotne. Oznaczenia, nazwy i wartości tych przedrostków zawarto w tabeli 2.

Tabela 2

Przedrostki wielokrotne			Przedrostki podwielokrotne		
Nazwa	Oznac.	Wartość	Nazwa	Oznac.	Wartość
tera	T	10^{12}	piko	p	10^{-12}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
mega	M	10^6	mikro	μ	10^{-6}
kilo	k	10^3	mili	m	10^{-3}
hekto	h	10^2	centy	c	10^{-2}
deka	da	10^1	decy	d	10^{-1}

Postępowanie się tymi przedrostkami jest bardzo proste, i polega na przemnożeniu wartości odpowiadającej przedrostkowi przez wartość opisanej wielkości. Na przykład:

- $150 \text{ pF} = 150 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 0,00000000015 \text{ F}$,
- $12 \text{ k}\Omega = 12 \cdot 10^3 \Omega = 12000 \Omega$,
- $53 \text{ mA} = 53 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 0,053 \text{ A}$.

Warto też zwrócić uwagę, że tą samą wartość można zapisać stosując różne przedrostki:

- $0,1 \mu\text{F} = 100 \text{ nF}$,
- $100 \text{ k}\Omega = 0,1 \text{ M}\Omega$,
- $4700 \text{ pF} = 4,7 \text{ nF}$,
- $3600 \mu\text{H} = 3,6 \text{ mH}$.

Biegłe postępowanie się opisanymi powyżej przedrostkami jest niezbędne w praktyce amatorskiej. Pozwoli to bowiem uniknąć wielu pomyłek przy odczytywaniu wartości elementów.

Ciągi znamionowe (szeregi)

Wartości wszystkich produkowanych elementów charakteryzują się pewną dokładnością wykonania. Mamy zatem rezystory o dokładności 20%, 10%, 5%, 2% itd. Rezystor o wartości 1 k Ω 20% może mieć wartość zawierającą się w przedziale 800 Ω ÷1200 Ω . Nie ma zatem sensu produkowanie rezystora o wartości 1,1 k Ω 20%, gdyż jego rzeczywista wartość może zawierać się przedziale obejmowanym przez rezystor 1 k Ω 20%, lub rezystor 1,2 k Ω 20%. Z tego też względu zostały stworzone znormalizowane ciągi wartości elementów. Noszą one oznaczenia literowo-cyfrowe E3, E6, E12, E24, E96, E192, gdzie liczba określa ilość wartości w każdym ciągu.

Ciągi te określają wartości elementów jakie są produkowane. Nie spotka się na przykład rezystora o wartości 134 Ω , gdyż taka wartość nie występuje w żadnym z ciągów. Wartości liczbowe poszczególnych ciągów zestawiono w tabeli 3. Celowo pominięto ciągi E48, E96, E192, gdyż zawierają one 192 pozycje, a amator styka się z nimi bardzo rzadko.

Tabela 3

E3	E6	E12	E24
$\pm 50\%$	$\pm 20\%$	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$
10	10	10	10
—	—	—	11
—	—	12	12
—	—	—	13
—	15	15	15
—	—	—	16
—	—	18	18
—	—	—	20
22	22	22	22
—	—	—	24
—	—	27	27
—	33	33	33
—	—	—	36
—	—	39	39
—	—	—	43
47	47	47	47
—	—	—	51
—	—	56	56
—	—	—	62
—	68	68	68
—	—	—	75
—	—	82	82
—	—	—	91

Przedstawione w tabeli 3 liczby po przemnożeniu ich przez liczbę 10 podniesioną do potęgi całkowitej stanowią dwie liczby znaczące wartości elementu (dla ciągów E48, E96, E192 trzy liczby znaczące).

Np.: $11 \cdot 10^3 \Omega = 11000 \Omega = 11 \text{ k}\Omega$,
 $47 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 0,000047 \text{ F} = 47 \mu\text{F}$.

Z powyższej tabeli widać też dlaczego w praktyce nie spotyka się kondensatorów elektrolitycznych o pojem-

ności 27 μF . Po prostu z uwagi na dużą tolerancję pojemności są one produkowane w ciągu E3, w którym nie występuje wartość 27.

Po zapoznaniu się z podstawami oznaczeń elementów możemy przystąpić do omówienia oznaczeń poszczególnych grup podzespołów. Rozpocznijmy od rezystorów.

Oznaczenia rezystorów i potencjometrów.

Do oznaczania wartości rezystancji i tolerancji wykonania rezystorów najczęściej stosuje się kolorowy kod paskowy. Ma on wielką zaletę: jest czytelny bez względu na położenie rezystora na płytce drukowanej. Opis cyfrowo-literowy jest czytelny tylko w przypadku zamontowania rezystora napisem "do góry". Wadą kodu paskowego jest niejednoznaczność koloru (pomarańczowy może pomylić się z żółtym, szary z białym; dotyczy to elementów krajowych i zagranicznych). Aby uniknąć pomyłek przy rozpoznawaniu kolorów wskazane jest przeprowadzać odczyt przy świetle naturalnym (dziennym). Drugą wadą kolorowego kodu paskowego jest konieczność zapamiętania barw i odpowiadających im cyfr.

Oznaczenie rezystorów w tym kodzie składa się z czterech, lub pięciu dla rezystorów z ciągów E48, E96, E192, barwnych pasków naniesionych na korpus rezystora. W tabeli 4 podano kolory pasków i odpowiadające im wartości liczbowe.

Tabela 4

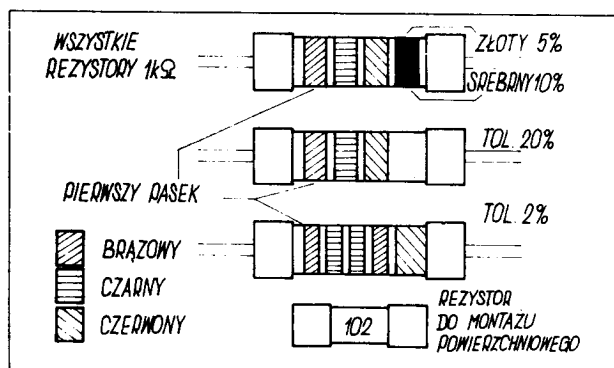
Kolor paska	Pierwsza cyfra	Druga cyfra	Trzecia* cyfra	Mnożnik	Tolerancja [%]
Srebrny	—	—	—	10^{-2}	± 10
Żółty	—	—	—	10^{-1}	± 5
Czarny	—	0	0	1	$\pm 20^{**}$
Brązowy	1	1	1	10	± 1
Czerwony	2	2	2	10^2	± 2
Pomarańcz.	3	3	3	10^3	—
Żółty	4	4	4	10^4	—
Zielony	5	5	5	10^5	$\pm 0,5$
Niebieski	6	6	6	10^6	$\pm 0,25$
Fioletowy	7	7	7	10^7	$\pm 0,1$
Szary	8	8	8	10^8	—
Biały	9	9	9	10^9	—
Brak paska	—	—	—	—	$\pm 20^{**}$

* — trzecia cyfra występuje tylko w kodzie pięciopaskowym

** — oznaczane różnie przez producentów; rezystory prod. TELPOD (Polska) nie posiadają paska dla oznaczenia tolerancji $\pm 20\%$ (kod trzypaskowy)

Chcąc odczytać wartość rezystora opisanego kodem paskowym konieczne jest ustalenie który z pasków jest pierwszy, a który ostatni. W kodzie czteropaskowym jako ostatni występuje pasek oznaczający tolerancję (kolor żółty, lub srebrny). W kodzie pięciopaskowym

ostatni pasek oznaczający tolerancję jest szerszy od pozostałych. W kodzie trzypaskowym (bez paska oznaczającego tolerancję 20%) pierwszym jest pasek umieszczony bliżej krawędzi korpusu rezystora (patrz rys. 1).



Rys. 5 Oznaczenia paskowe rezystorów

Wartości rezystancji podane są w omach, a tolerancja w procentach. Odczyt przeprowadza się następująco: dwa pierwsze paski (trzy dla kodu czteropaskowego) odpowiadają cyfrom znaczącym wartości rezystancji, trzeci (czwarty) zaś określa mnożnik. Np.: Jeżeli kolejne paski będą miały kolory: brązowy, brązowy, czarny, złoty to wartość rezystancji wynosi $10 \cdot 10^1 \Omega 5\% = 100 \Omega 5\%$; pomarańczowy, fioletowy, żółty, srebrny – $47 \cdot 10^4 \Omega 10\% = 470 \text{ k}\Omega$; żółty, szary, brązowy, czerwony – $481 \cdot 10^2 \Omega 2\% = 48,1 \text{ k}\Omega$; pomarańczowy, pomarańczowy, złoty, srebrny – $33 \cdot 10^{-1} \Omega 10\% = 3,3 \Omega 10\%$.

Kolorowy kod paskowy jest dziś powszechnie stosowany, tak więc warto nauczyć się go na pamięć.

◇ D. C.

Ciąg dalszy w następnym numerze.

Minutnik

Święta Wielkanocne mamy za pasem, a jak Wielkanoc to pisanki. Postanowiliśmy też włożyć naszą cegiełkę do przygotowań świątecznych. Jest nią minutnik przeznaczony do gotowania jajek. Pozwala on na odmierzenie i sygnalizację upływu czasu.

Opis układu

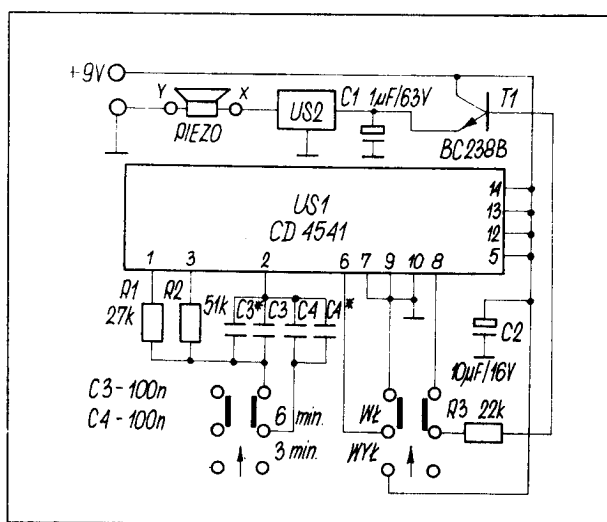
Zadaniem minutnika jest odmierzenie odcinka czasu, po którym następuje sygnalizacja akustyczna. Rolę tajmera spełnia układ CD 5441 (US1). Składa się on z oscylatora, programowalnego dzielnika częstotliwości, bloku programowania, oraz stopnia wyjściowego. Maksymalny stopień podziału programowalnego dzielnika wynosi 2^{16} . Pozwala to zatem na generowanie długich impulsów wyjściowych przy zastosowaniu małych wartości rezystorów i kondensatorów w układzie generatora. Bardzo mały pobór prądu w czasie czuwania umożliwia zrezygnowanie z wyłącznika zasilania.

Wartości rezystorów R1 i R2 i kondensatorów C3 i C4 określają czas trwania generowanego impulsu. Przełącznik "czas" pozwala na skokową zmianę czasu z 3 na 6 minut, co odpowiada czasowi gotowania jajek na "międko" i na "twardo". Jeżeli ktoś stosuje inne czasy gotowania może zmienić wartości kondensatorów C3 i C4, przy czym wzrost pojemności powoduje taki sam procentowy wzrost czasu trwania impulsu.

Wejście sterujące układu US1 (nóżka 6) w pozycji "wyłączone" zwarte jest z plusem zasilania, co równocześnie powoduje wyzerowanie wewnętrznych dzielników. Druga sekcja tego samego przełącznika odłącza sterowanie tranzystora T1.

W pozycji "wyłączone" na wyjściu (nóżka 8 US1) panuje stan wysoki. Po włączeniu wyjście to zmienia

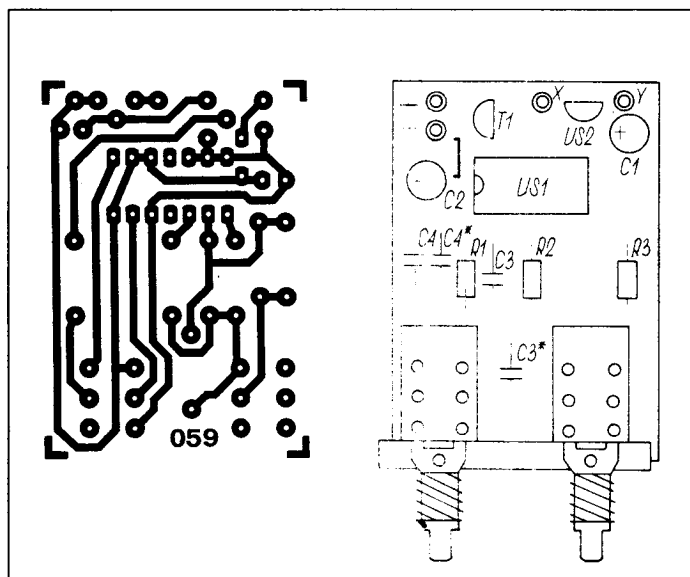
swoj stan na niski i rozpoczyna się odmierzenie odcinka czasu wybranego przełącznikiem "czas". Tranzystor T1 pozostaje dalej w stanie zatkania.



Rys. 1 Schemat ideowy minutnika

Po upływie zadanego czasu wyjście zmienia swój stan na wysoki, włączając tranzystor T1, za pośrednictwem którego zostaje doprowadzone napięcie zasilania do układu generatora melodii US2. Sygnał akustyczny trwa aż do czasu wyłączenia urządzenia.

Czas potrzebny na zmontowanie minutnika nie przekracza 6 min, czyli czasu gotowania jajek na "twardo". Na płytce drukowanej przewidziano miejsce na dwa niezależne przełączniki typu ISOSTAT o rozstawie 20 mm. Można też wlotować dodatkowe kondensatory (C2* i C3*), jeżeli chcemy zmienić czas odmierzany przez minutnik.



Rys. 2 Schemat płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów

Wykaz elementów

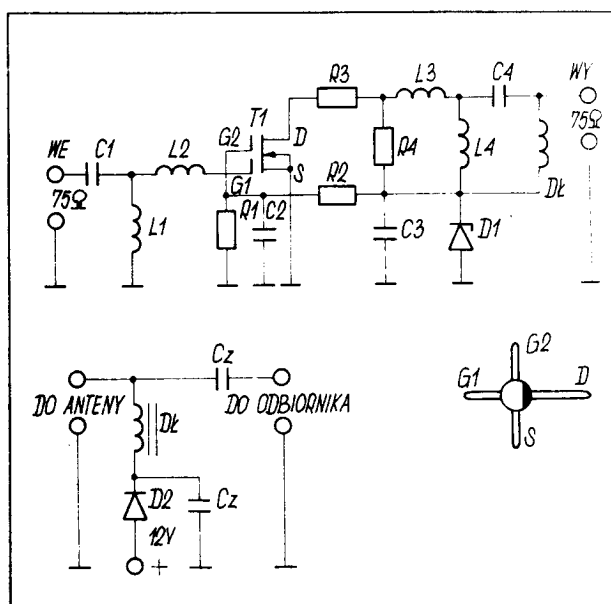
- US1 – MCY 74541 (CD 4541)
 US2 – UM 66T/19, UM 66T/34, lub dowolny trójkońcówkowy generator melodii
 T1 – BC 238B lub dowolny npn $h_{21} \geq 250$
 R1 – 27 k Ω /0,125 W
 R2 – 51 k Ω /0,125 W
 R3 – 22 k Ω /0,125 W
 C1 – 1 μ F/63 V typ 04/U
 C2 – 10 μ F/16 V typ 04/U
 C3, C4, – 100 nF/100 V typ MKSE-018-02
 G1 – przetwornik piezoelektryczny "beeper"
 płytką drukowaną numer 059
 Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.
 Cena: 3200 zł + koszty wysyłki.

◊ Ireneusz Zajac

Antena ze wzmacniaczem na radiowe pasmo UKF OIRT lub CCIR – dokończenie

Opis układu

Na rys. 1 przedstawiono schemat ideowy wzmacniacza antenowego na zakres dwóch pasm radiowych 66-104 MHz (UKF OIRT+CCIR), który został wykonany w oparciu o tranzystor MOSFET. W tabeli podano kilka typów tranzystorów, które można w nim wykorzystać. Układ ten charakteryzuje się prostotą działania.



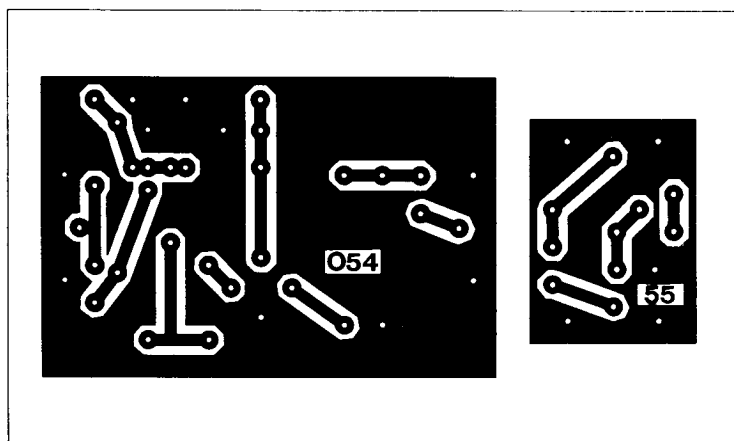
Rys. 1 Schemat ideowy wzmacniacza i układu zasilania

Układ wejściowy stanowią elementy C1, L1, L2, które pełnią funkcję dopasowania wejścia tranzystora do impedancji wejściowej 75 Ω , tak aby współczynnik szumów był minimalny w całym paśmie przenoszenia. Rezystory R1, R2 tworzą dzielnik napięcia, który odpowiednio polaryzuje bramkę tranzystora, natomiast kondensator C3 pełni rolę blokującą zwierając składową zmienną do masy. Rezystory R3 i R4 zapewniają stabilność punktu pracy wzmacniacza. Obwód wyjściowy złożony jest z elementów L3, L4, C4 zapewniających falową impedancję wyjściową 75 Ω , a dławik D1 blokuje przedostawanie się sygnału w.c.z. do obwodów zasilania tranzystora. Zastosowanie diody Zenera zabezpiecza przed przepięciami czyli przed zniszczeniem tranzystora ($U_{dmax} = 15$ V).

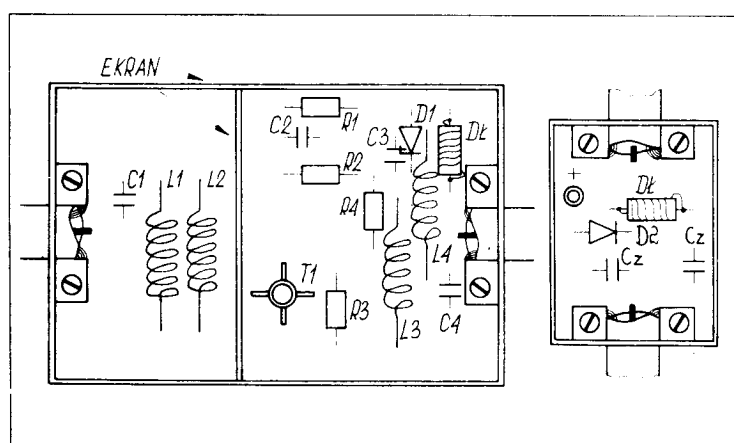
Rys. 1 przedstawia również schemat układu rozdzielającego zasilanie od sygnału w.c.z. Kondensator włączony szeregowo w tor sygnału odcina składową stałą napięcia zasilającego chroniąc w ten sposób głowicę tunera. Natomiast kondensator włączony równolegle i dławik pełnią rolę filtra dla sygnałów w.c.z.

Montaż i uruchomienie.

Schematy płytek oraz rozmieszczenie na nich elementów przedstawiono na rys. 2 i 3. W przypadku wzmacniacza jak i rozdzielacza montaż polega na właściwym "włutowaniu" elementów w płytkę, choć większą uwagę należy poświęcić wykonaniu cewek. Jeżeli wykonujemy je z drutu miedzianego w emali, cewkę możemy nawinąć ciasno, natomiast jeśli z tzw. "srebrzanki" należy pamiętać o tym, aby każdy nawinięty zwój nie zwierał sąsiednich.



Rys. 2 Schematy płytek drukowanych



Rys. 3 Rozmieszczenie elementów

Tabela

TYP	Szum F[dB]	Zysk G[dB]	U_{DS} [V]	U_{G2S} [V]	I_d [mA]
BF 964	1.5	25	15	4	10
BF 964S	1.0	25	15	4	10
BF 965	1.0	25	15	4	10
BF 966	2.8	25	15	4	10
BF 966S	1.8	25	15	4	10

Wykaz elementów

T1	– BF 966 (zamienniki patrz tabela)
D	– BAVP 17÷21 (1N4851)
R1	– 100 k Ω /0,125 W
R2	– 180 k Ω /0,125 W
R3	– 82 Ω /0,125 W
R4	– 1,5 k Ω /0,125 W
C1, C4	– 15 pF typ KCP
C2	– 330 pF typ KCP

C3, C	– 1 nF typ KCP
L1, L4	– cewka powietrzna 21 zwojów ϕ 3 mm drutem CuL ϕ 0,5 mm zwój przy zwoju
L2	– cewka powietrzna 25 zwojów ϕ 5 mm drutem CuL ϕ 0,5 mm zwój przy zwoju
L3	– cewka powietrzna 28 zwojów ϕ 5 mm drutem CuL ϕ 0,5 mm zwój przy zwoju
D1, D1	– 20 zwojów z drutu CuL ϕ 0,3 mm na pręcie ferytowym ϕ 2 mm i długości 8 mm

płytką drukowaną **numer 054**płytką drukowaną **numer 055**

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Cena: płytką numer 054 – 4300 zł

płytką numer 055 – 2500 zł + koszty wysyłki

Poprawnie nawinięte cewki nie wymagają regulacji. Ewentualne dostrojenie wzmacniacza przeprowadza się poprzez "rozciąganie" ich, pamiętając że zmiana długości cewki zmienia indukcyjność. Dokładniejsze dostrojenie wzmacniacza można wykonać stosując generator sygnałowy.

Istotnym elementem dla poprawnej pracy wzmacniacza jest ekranowanie. Ekran, a zarazem obudowę (szczelną) można wykonać najlepiej z blachy stalowej o grubości 0,1÷0,5 mm i przylutować do powierzchni masy w kilku miejscach. Natomiast ekran z blachy aluminiowej można przymocować w sposób mechaniczny np. przez przykręcenie z jednej strony nakładki do obudowy wzmacniacza z drugiej przez połączenie lutowane do masy. Po wykonaniu całego procesu montowania i dostrojenia przystępujemy do zestawiania segmentów instalacji antenowej.

Wzmacniacz montujemy na maszcie antenowym wraz z odpowiedniej długości pętlą (wejście i wyjście wzmacniacza 75 Ω) do zacisków anteny. Połączenie między anteną a wzmacniaczem powinno być jak najkrótsze. Następnie łączymy przewodem wzmacniacz z rozdzielaczem oraz dalej z tunerem. Podłączenie przewodu koncentrycznego należy wykonać bezpośrednio, tzn. opłót rozdzielić na dwie części i wlotować w powierzchnię masy, a żyłę wewnętrzną do odpowiedniej ścieżki.

Otwory, przez które przepuszczony jest przewód należy zabezpieczyć przed opadami.

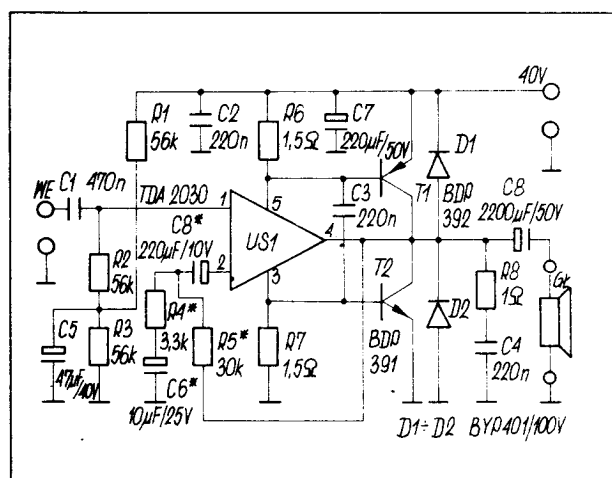
Wzmacniacz mocy 40 W

Zbudowanie wzmacniacza średniej mocy klasy Hi-Fi jest dziś bardzo proste. W artykule opisano konstrukcję takiego wzmacniacza. Zastosowane rozwiązanie, oraz niska cena elementów wchodzących w skład wzmacniacza pozwalają nawet niezawansowanemu amatorowi podjąć się tego dzieła. W artykule podano także wskazówki pomocne przy uruchamianiu wszelkiego typu wzmacniaczy mocy. Stosowanie się do nich pozwoli uniknąć "spalenia" kosztownych tranzystorów mocy w stopniu końcowym, oraz zaoszczędzi głośniki wysokotonowe w kolumnach.

Na rynku elektronicznym pojawiło się wiele monolitycznych wzmacniaczy mocy. Ich ceny wachają się w granicach 10 ÷ 50 tys. zł. Tańsze wzmacniacze pozwalają na osiągnięcie mocy rzędu 20 W. Uzyskanie większych mocy ograniczone jest prądem wyjściowym stopnia końcowego, który wynosi z reguły 3,5 ÷ 4,5 A. Większość układów monolitycznych wzmacniaczy posiada wbudowane zabezpieczenia przed zwarcieniem wyjścia do masy, oraz przed przekroczeniem temperatury maksymalnej struktury półprzewodnika.

Parametry częstotliwościowe i poziom zniekształceń nieliniowych pozwalają zaliczyć te wzmacniacze do grupy Hi-Fi.

Do naszych celów wybraliśmy układ scalony TDA 2030 (można też zbudować wersję na układzie TDA 2003). Jest on ogólnie dostępny i charakteryzuje się dosyć niską ceną. Układ ten pozwala osiągnąć moc 14 W przy obciążeniu 4 Ω i napięciu zasilania ± 14 V. Poziom zniekształceń nie przekracza 0,5%.



Rys. 1 Schemat ideowy wzmacniacza

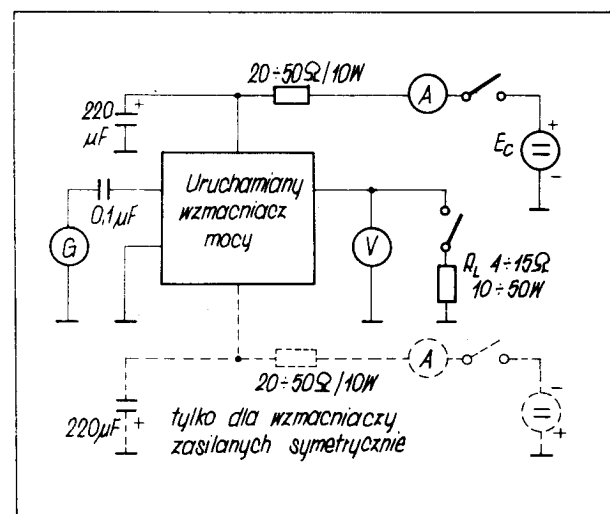
Opis układu

Wzrost mocy wyjściowej wzmacniacza TDA 2030 (US1) osiągnięto przez dodanie komplementarnej pary tranzystorów T1 i T2. Rozwiązanie sterowania tran-

zystorami mocy zapożyczono z dziedziny wzmacniaczy operacyjnych. Pozwala ono na zwiększenie prądu wyjściowego. Podczas pracy wzmacniacza bez sygnału prąd spoczynkowy układu scalonego jest na tyle mały (max 60 mA), że nie wywołuje spadku napięcia, na rezystorach R6 i R7, pozwalającegoysterować obwody baz tranzystorów T1 i T2. Należy zwrócić uwagę na to, że prądy płynące przez rezystory R6 i R7 wywołane prądem spoczynkowym są sobie równe.

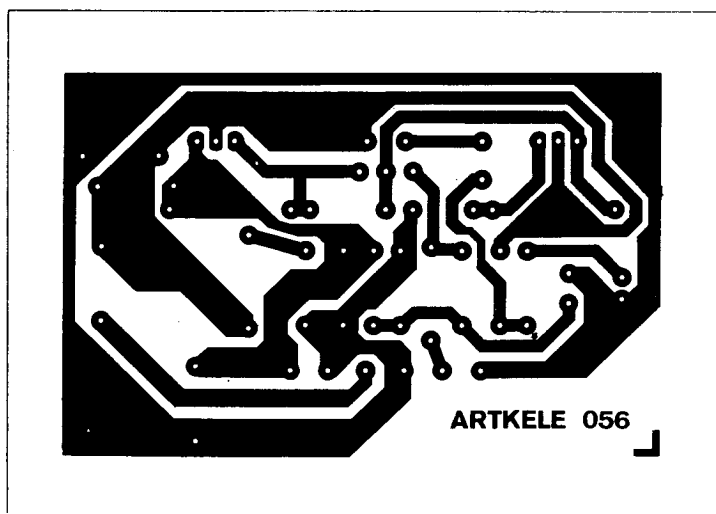
Zwiększającysterowanie wzmacniacza powoduje się wzrost prądu tych rezystorów. W momencie osiągnięcia wartości ok. 0,4 A spadek napięcia na rezystorze jest już na tyle duży, że pozwala na odetkanie tranzystora. Zatem moc oddawana na obciążenie (kolumnę głośnikową) pochodzi ze wzmacniacza i z tranzystorów T1 i T2. Dla potówki dodatniej napięcia wejściowego przewodzi tranzystor T1, a dla ujemnej T2. Dla prawidłowej pracy takiego układu konieczne jest, aby w miarę wzrostuysterowania wzmacniacza US1 jego prąd spoczynkowy (płynący przez oba rezystory R6 i R7 równocześnie) nie wzrastał. Założenie to jest w praktyce spełnione.

Wartości rezystorów R6 i R7 są dobrane tak, aby moc tracona w tranzystorach była o około 30% większa niż moc tracona w układzie scalonym. Zwiększanie wartości rezystorów R6 i R7 powoduje wzrost mocy traconej w tranzystorach pogarszając jednocześnie sprawność wzmacniacza. Z kolei zmniejszenie wartości rezystorów doprowadza do nadmiernego obciążenia układu scalonego wzmacniacza.

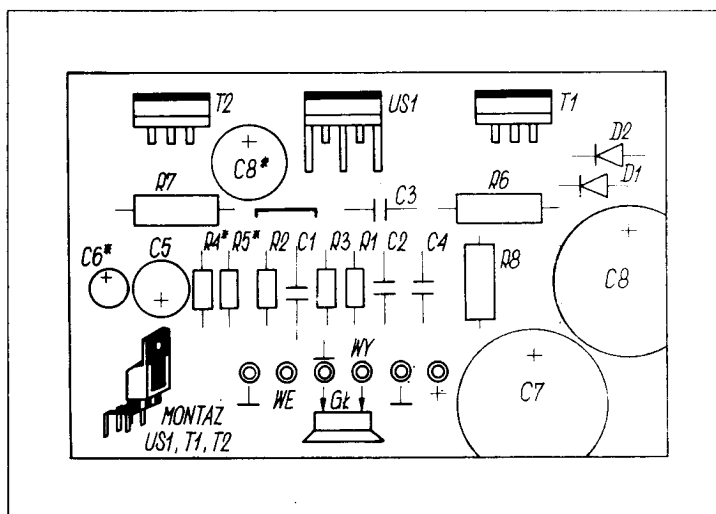


Rys. 2 Układ do wstępnego uruchamiania wzmacniacza mocy

Układ dodatkowych tranzystorów mocy pozwala na zwiększenie prądu wyjściowego całego wzmacniacza. Stąd wynika konieczność stosowania zespołów głośnikowych o impedancji 4 Ω .



Rys. 3 Schemat płytki drukowanej



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów

W przypadku stosowania głośników o impedancji $8\ \Omega$ moc wyjściowa zmaleje dwukrotnie i zastosowanie całego układu traci sens. Zwiększenie mocy wyjściowej przy obciążeniu $8\ \Omega$ nie jest możliwe z uwagi na ograniczone napięcie zasilania.

Tabela 1

Element	TDA 2003	TDA 2030	TDA 2030A
R1, R2, R3	nie montować	$56\ k\Omega$	$56\ k\Omega$
R4	$6,8\ \Omega$	$1\ k\Omega$	$1\ k\Omega$
R5	$220\ \Omega$	$30\ k\Omega$	$30\ k\Omega$
C5	nie montować	$47\ \mu F/40\ V$	$47\ \mu F/40\ V$
C6	zwora	$10\ \mu F/25\ V$	$10\ \mu F/25\ V$
C8	$220\ \mu F/10\ V$	zwora	zwora
napięcie zasilania max.	$25\ V$	$36\ V$	$44\ V$
moc wyjściowa	$30\ W/2\ \Omega$	$31\ W/4\ \Omega$	$40\ W/4\ \Omega$
zniekształcenia	$\leq 0,5\%$	$\leq 0,5\%$	$\leq 0,5\%$

Całość układu objęta jest pętlą sprzężenia zwrotnego (R4 i R5). Stosunek tych rezystorów określa całkowite wzmocnienie napięciowe wzmacniacza, dla podanych na schemacie wartości wzmocnienie wynosi 30 dB (31 razy).

Wartość taka pozwala na sterowanie wzmacniacza z dowolnego układu przedwzmacniacza akustycznego.

Kondensator C3 zapobiega wzbudzeniu się układu. Elementy R8 i C4 tworzą obwód Zobla. Obwód ten wraz z diodami D1 i D2 zabezpiecza stopień wyjściowy przed uszkodzeniem w przypadku pojawienia się przepięć spowodowanych indukcyjnym charakterem obciążenia. Dla wyjaśnienia warto dodać, że impedancja zespołów głośnikowych ze zwrotnicą ma charakter indukcyjny.

Montaż i uruchomienie

Płytkę drukowaną zaprojektowano w taki sposób, aby można było na niej zamontować jeden z dwóch typów scalonych wzmacniaczy mocy. Z uwagi na to, że układy różnią się między sobą parametrami (dotyczy to np.: napięcia zasilania), oraz podstawowym układem aplikacyjnym, wartości elementów dla różnych układów scalonych zamieszczono w tabeli 1. W tabeli podano także napięcie zasilania.

UWAGA! Nie przekraczać podanych wartości napięcia zasilającego, gdyż grozi to nieodwracalnym uszkodzeniem układu scalonego.

Tranzystory T1, oraz T2 powinny być dobrane w parę, tak aby ich współczynniki wzmocnienia prądowego różniły się między sobą nie więcej niż o 15%. Patrz też artykuł pt. "Cyfrowy miernik wzmocnienia prądowego tranzystorów cz. 2" zamieszczony w numerze PE 2/93.

Układ scalony US1 oraz tranzystory T1 i T2 przymocowane są do radiatora. Wyprowadzenia tranzystorów należy wygiąć tak jak pokazano to na rysunku montażowym (analogicznie wygięte są końcówki układu scalonego). Takie ukształtowanie końcówek zmniejsza naprężenia mechaniczne powstające podczas przykręcania tranzystorów do radiatora i w czasie pracy wzmacniacza na skutek nagrzewania się tranzystorów. Pozwala to zwiększyć niezawodność układu. Tranzystory muszą być przykręcone do radiatora przez podkładki mikowe (izolacja elektryczna), w przypadku układu scalonego podkładka nie jest konieczna. Miejsca styku tranzystorów i układu scalonego z radiatorem powinny być posmarowane smarem silikonowym w celu poprawienia przewodności cieplnej. Smar taki można kupić w większości sklepów z elementami elektronicznymi. Jeżeli nie posiadamy smaru silikonowego można użyć zwykłego towotu, niestety jego przewodność cieplna jest dużo gorsza.

Mimo wszystko taki środek jest lepszy od przykręcenia elementów "na sucho". W modelowym rozwiązaniu zastosowano radiator jednostronnie żebrowany o wysokości ok. 7 cm (profil A4835 prod. ZML Kęty).

Kondensatory C7 i C8 są produkcji zachodniej. Zdecydowano się je zastosować ze względu na ich małe gabaryty. W przypadku stosowania kondensatorów prod. polskiej muszą być one umieszczone poza płytą drukowaną.

Przed włączeniem napięcia zasilania **KONIECZNIE** prosimy o zapoznanie się z poniższymi uwagami i wskazówkami. Dotyczą one uruchamiania wszelkiego typu wzmacniaczy mocy.

Wzmacniacze mocy zasilane są dość wysokimi napięciami (rzędu $40 \div 80$ V) z zasilaczy o dużej mocy (rzędu $40 \div 200$ W).

Napięcia powyżej 24 V mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia, dlatego też należy zachować daleko posuniętą ostrożność.

Miejsce w którym uruchamiany jest wzmacniacz powinno być wolne od przedmiotów metalowych, zwłaszcza obciążonych końcówek elementów, które mogą spowodować zwarcie i cała zabawa skończy się pojawieniem smużki dymu, lub nawet eksplozją obudowy układu lub tranzystora (ostrzeżenia te nie są bezpodstawne, widziałem same końcówki lutownicze, które zostały po eksplozji układu scalonego).

Przed przystąpieniem do uruchamiania koniecznie trzeba sprawdzić poprawność montażu, oraz to czy tranzystory umieszczone na radiatorze są prawidłowo odizolowane.

Następnie uruchamiany wzmacniacz podłączamy w układzie pokazanym na rys. 4. Rezystor obciążenia powinien mieć moc porównywalną z mocą wyjściową wzmacniacza. Można go wykonać łącząc ze sobą kilka rezystorów równolegle.

Nie wolno zapomnieć o kondensatorze blokującym zasilanie od strony wzmacniacza, jego brak może spowodować wzbudzenie się układu.

Po włączeniu zasilania kontrolujemy prąd pobierany przez wzmacniacz powinien on wynosić $20 \div 100$ mA w zależności od typu wzmacniacza i wielkości jego nominalnej mocy wyjściowej. Zbyt duża wartość prądu świadczy o uszkodzeniu lub wzbudzeniu się wzmacniacza. W następnej kolejności mierzymy napięcie wyjściowe (składową stałą). Powinno ono wynosić 0 ± 50 mV dla wzmacniaczy zasilanych z dwóch źródeł napięcia i posiadających galwaniczne sprzężenie z obciążeniem, lub połowę napięcia zasilania w przypadku zasilania wzmacniacza jednym napięciem. W tym drugim

wypadku napięcie mierzymy przed kondensatorem wyjściowym. Wskazana jest też obserwacja oscyloskopowa napięcia wyjściowego, która może wykryć wzbudzenie się wzmacniacza o bardzo małej amplitudzie.

Jeżeli wszystkie powyższe warunki są spełnione można doprowadzić do wejścia sygnał z generatora. Powoli zwiększając amplitudę sygnału sprawdzamy przy pomocy oscyloskopu, czy ograniczanie obu połówek sinusoidy następuje równocześnie. Możemy także obliczyć moc maksymalną (sinusoidea nie może być ograniczona) wg wzoru $P = U^2/R$, gdzie U napięcie skuteczne zmierzone na obciążeniu znamionowym w woltach, R rezystancja obciążenia w omach.

Można też zmierzyć charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza sterując go napięciem o stałej amplitudzie i częstotliwościach z przedziału 10 Hz $\div$ 20 kHz. Podczas kontroli pracy dla częstotliwości powyżej 10 kHz należy kontrolować temperaturę radiatora, aby nie dopuścić do zbytowego wzrostu temperatury.

Tak przebadany wzmacniacz można włączyć w tor elektroakustyczny i przeprowadzić badania odsłuchowe.

Do zasilania wzmacniacza można wykorzystać zasilacz opisany w artykule pt. "Wzmacniacz stereofoniczny z regulacją barwy dźwięku". Transformator sieciowy powinien mieć moc $70 \div 80$ W dla jednego kanału.

Wykaz elementów

US1	- TDA 2030A (TDA 2030, TDA 2003 - patrz opis w tekście)
T1	- BDP 392 (BDP 394, BDP 396)
T2	- BDP 391 (BDP 393, BDP 395)
D1, D2	- BYP 401-50 $\div$ 1000 (1N4001 $\div$ 4007)
R1 $\div$ R3	- 56 k Ω /0,125 W (patrz Tabela 1)
R4	- 1 k Ω /0,125 W (patrz Tabela 1)
R5	- 30 k Ω /0,125 W (patrz Tabela 1)
R6, R7	- 1,5 Ω /0,5 W typ RWMC 0414
R8	- 1 Ω /0,5 W typ RWMC 0414
C1	- 470 nF/100 V typ MKSE-018-02
C2, C3, C4	- 220 nF/100 V typ MKSE-018-02
C5	- 47 μ F/40 V typ 04/U (patrz Tabela 1)
C6	- 10 μ F/25 V typ 04/U (patrz Tabela 1)
C7, C9	- 2200 μ F/50 V stojący prod zachodniej ϕ max. 18 mm
C8	- 220 μ F/10 V typ 04/U (patrz Tabela 1)

płytką drukowaną **numer 056**

Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 7700 zł + koszty wysyłki.

◇ mgr inż. Maciej Bartkowiak

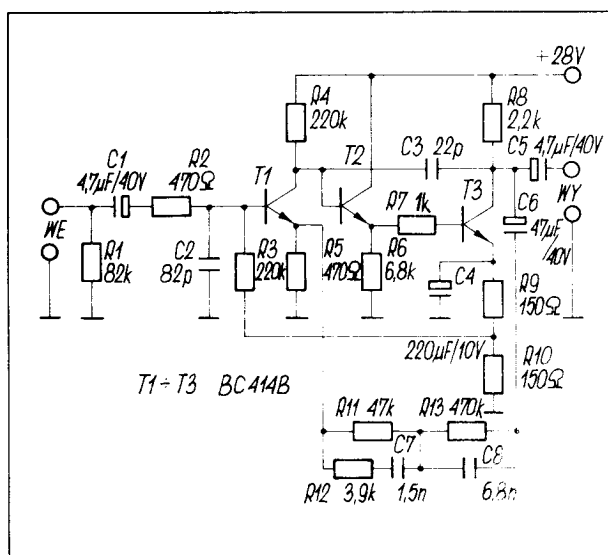
Przedwzmacniacz gramofonowy

Klasyczny gramofon i "czarna płyta" powoli odchodzą w przeszłość. Ich miejsce zajmuje odtwarzacz kompaktowy. W Polsce ceny płyt kompaktowych oscylują w granicach 200 tys. zł, lecz najprawdopodobniej w związku ze wzrostem kursu dolara i wprowadzeniem podatku VAT mogą one

towych oscylują w granicach 200 tys. zł, lecz najprawdopodobniej w związku ze wzrostem kursu dolara i wprowadzeniem podatku VAT mogą one

znacznie podrożeć. Wszystkie te czynniki wpływają na stosunkowo wolny wzrost ilości odtwarzaczy kompaktowych. Zatem gramofon analogowy będzie jeszcze przez najbliższych kilka lat urządzeniem często spotykanym w naszych domach. Artykuł opisuje układ przedwzmacniacza gramofonowego wysokiej jakości, przeznaczonego do gramofonów pracujących z wkładką magnetoelektryczną.

W gramofonach do zamiany sygnału mechanicznego, pochodzącego z ruchów igły prowadzonej w mikrorowku płyty stosuje się dwa rodzaje przetworników. Najprostszym, a zarazem najtańszym jest przetwornik piezoelektryczny.



Rys. 1 Schemat ideowy przedwzmacniacza gramofonowego

Głównym elementem takiego przetwornika są płytki wykonane z materiału o własnościach piezoelektrycznych. Do przeciwległych ścianek tych płytek przymocowane są wyprowadzenia przewodów sygnałowych. Końce obu płytek połączone są mechanicznie z igłą gramofonową. Drgania igły powodują mikroskopijne wyginanie się płytek, co pociąga za sobą pojawienie się napięcia na ich przeciwległych ściankach. Amplituda napięcia jest wprost proporcjonalna do ugięcia płytki, a częstotliwość jest taka sama jak częstotliwość drgań mechanicznych. Zależność napięcia wyjściowego od amplitudy wychylenia igły pozwala zaliczyć wkładkę piezoelektryczną do grupy przetworników wychyleniowych.

Systemy mechaniczne obu płytek są ustawione względem siebie pod kątem 90°, tak więc jedna z płytek odtwarza sygnał lewego kanału, a druga prawego. Przetwornik piezoelektryczny może także zamieniać sygnał elektryczny na drgania mechaniczne. Zjawisko to wykorzystano między innymi w mikrofonach, miniaturowych głośnikach (beeperach), przetwornikach ultradźwiękowych itp.

Charakterystyka częstotliwościowa gramofonowego przetwornika piezoelektrycznego jest praktycznie płaska w zakresie częstotliwości akustycznych. Amplituda na-

pięcia wyjściowego waha się w granicach 150 ÷ 500 mV przy obciążeniu wkładki rezystancją 1 MΩ.

Drugi rodzaj przetworników stanowią wkładki magnetoelektryczne. Wykorzystują one zjawisko indukcji w zmiennym polu magnetycznym. Wkładka magnetoelektryczna składa się z dwóch nieruchomych cewek i miniaturowego magnesu stałego połączonego mechanicznie z igłą gramofonową. Cewki umieszczone są względem siebie pod kątem 90°, tak aby indukowany w nich sygnał odpowiadał kanałowi prawemu i lewemu.

Napięcie indukowane w cewkach zgodne jest z prawem indukcji elektromagnetycznej Faradaya i wynosi:

$$E_{ind} = -n \frac{d\Phi}{dt}$$

gdzie: n – liczba zwojów cewki

dΦ – zmiana strumienia magnetycznego obejmowanego przez cewkę

dt – czas w jakim przebiega zmiana strumienia magnetycznego

Znak minus w powyższym równaniu oznacza, że kierunek indukowanego w cewce prądu przeciwdziała zmianie pola magnetycznego zgodnie z regułą kierunku Lenza.

Mówiąc inaczej napięcie indukowane w cewce jest proporcjonalne do szybkości zmian pola magnetycznego.

Wynika z tego bardzo ważna zależność określająca amplitudę napięcia wyjściowego magnetoelektrycznej wkładki gramofonowej. Z jednej strony amplituda napięcia zależy wprost proporcjonalnie od amplitudy wychylenia igły (większa zmiana strumienia magnetycznego). Z drugiej strony napięcie zależy także wprost proporcjonalnie od częstotliwości drgań igły. Dla takich samych amplitud wychylenia igły przy różnych częstotliwościach amplituda napięcia będzie wyższa dla wyższej częstotliwości, gdyż taka sama zmiana pola magnetycznego (identyczne amplitudy) odbywa się w krótszym czasie (dt znajduje się w mianowniku wzoru Faradaya).

Stąd też wkładka magnetoelektryczna nosi nazwę przetwornika prędkościowego. Oczywiście częstotliwość wyjściowa jest taka sama jak częstotliwość pobudzenia mechanicznego.

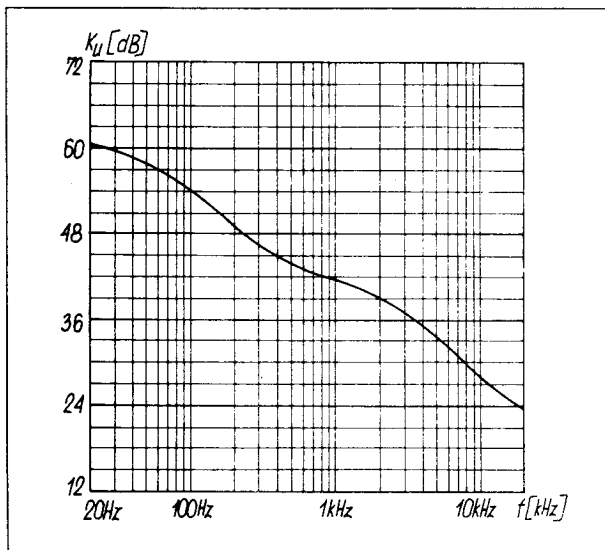
Z uwagi na zależność napięcia wyjściowego od częstotliwości wkładki magnetoelektrycznej wymagają stosowania wzmacniaczy wstępnych o odpowiednio ukształtowanej charakterystyce. Charakterystyka ta jest znormalizowana, ma to także związek z charakterystykami zapisu płyt gramofonowych, i znana powszechnie jako korekcja wg RIAA (Recorded Industry Association of America).

Spotyka się też elektromagnetyczne wkładki gramofonowe z ruchomymi cewkami i nieruchomym magnesem, są one jednak mało popularne w Polsce i nie będziemy ich bliżej omawiać. Należą one także do grupy przetworników prędkościowych.

Opis układu

Opisywany układ zaliczyć można do "klasyki" urządzeń elektronicznych, ale jego doskonałe parametry przemawiają za stosowaniem go także dziś. Napięcie wyjściowe wkładki magnetoelektrycznej wynosi ok. 4 mV przy częstotliwości 1 kHz, dlatego wzmacniacz powinien zapewniać dostatecznie duże wzmocnienie przy odpowiednio małych szumach własnych.

W układzie zastosowano trzy niskoszumowe tranzystory T1÷T3 typu BC 414B. Pierwszy z nich pracuje z bardzo małym prądem kolektora (rzędu 100 μ A) co podyktowane jest optymalizacją szumową. Duża wartość rezystancji umieszczonej w kolektorze tego tranzystora zapewnia odpowiednie wzmocnienie. Tranzystor T2 pełni rolę wtórnika emiterowego, którego duża (ok. 1 M Ω) impedancja wejściowa nie obciąża pierwszego stopnia wzmacniacza. Jednocześnie wtórnik nie wprowadza szumów własnych i pozwala na sterowanie trzeciego tranzystora T3 ze źródła o małej impedancji (impedancja wyjściowa wtórnika wynosi ok. 1 k Ω). Jest to konieczne, gdyż trzeci stopień, na wskutek zablokowania emitera kondensatorem C4, ma małą impedancję wejściową.



Rys. 2 Charakterystyka częstotliwościowa

W bazie tranzystora T3 umieszczono rezystor R7, pełniący funkcję elementu antyparazytowego, który eliminuje pasożytnicze oscylacje w.c.z. Trzeci stopień wzmacniacza zapewnia małą rezystancję wyjściową. Uzyskano to dzięki niewielkiej wartości rezystora kolektorowego R8. Prąd tego stopnia wynosi ok. 5 mA. W emiterze tranzystora T3 umieszczono dzielnik rezystorowy R9, R10, z którego przez rezystor R3 doprowadzone jest napięcie stałe polaryzujące bazę tranzystora T1. W ten sposób zamknięto pętlę sprzężenia zwrotnego dla napięcia stałego (emiter T3 zablokowany jest dla przebiegów zmiennych kondensatorem C4).

Kondensator C3 zapewnia stabilność układu (zapobiega wzbudzeniu się) w zakresie częstotliwości po-

nadakustycznych. Na wejściu wzmacniacza umieszczono elementy R1, R2, C2 pozwalające na uzyskanie odpowiedniej impedancji wejściowej, oraz eliminujące przedostawanie się pasożytniczych sygnałów pochodzących z lokalnych nadajników radiowych i telewizyjnych.

Wzmocnienie całego układu z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego wynosi ok. 40000 V/V. O wzmocnieniu użytkowym i charakterystyce częstotliwościowej decydują elementy umieszczone w pętli sprzężenia. Tworzą one trzy obwody korekcji częstotliwościowej, o stałych czasowych:

$$\tau = 3180 \mu s \text{ R13, C8,}$$

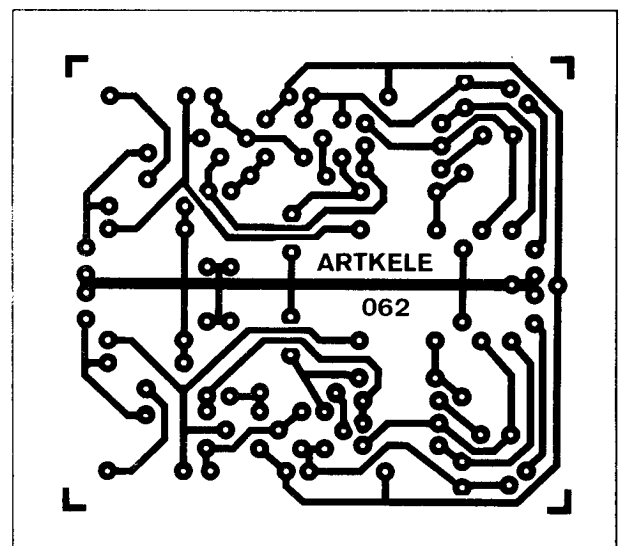
$$\tau = 318 \mu s \text{ R11, C8,}$$

$$\tau = 75 \mu s \text{ R11, C7,}$$

Dodatkowo rezystor R12 i kondensator C7 tworzą stałą czasową o wartości 5,8 μ s, co poprawia stabilność dla częstotliwości ponadakustycznych.

Charakterystykę częstotliwościową przedwzmacniacza przedstawiono na rys. 2, a poniżej podano jego podstawowe parametry.

czułość wejściowa	$\geq 4 \text{ mV}$
napięcie wyjściowe przy 1 kHz	$\geq 500 \text{ mV}$
zniekształcenia nieliniowe	$\leq 0,001\%$
odstęp sygnał szum	$\geq 70 \text{ dB}$
odstęp od granicy przesterowania	$\geq 12 \text{ dB}$
impedancja obciążenia	$\geq 10 \text{ k}\Omega$
napięcie zasilania	24÷28 V
prąd pobierany z zasilacza	ok. 7 mA



Rys. 3 Schemat płytki drukowanej

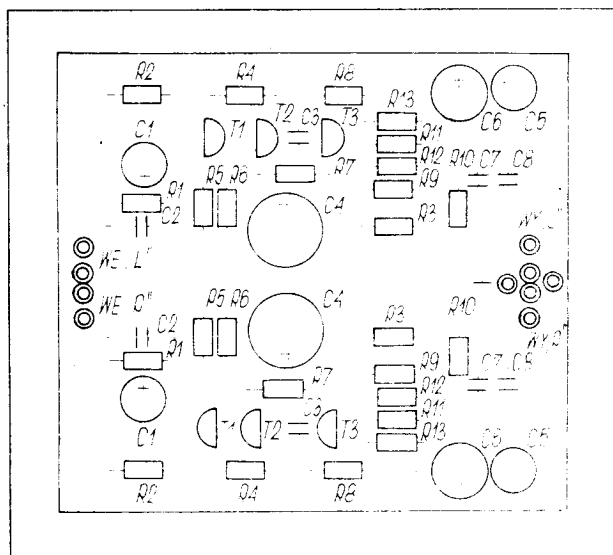
Montaż i uruchomienie

Układ stereofonicznego wzmacniacza korekcyjnego zmontowano na płycie drukowanej. Dla zapewnienia prawidłowej charakterystyki częstotliwościowej kondensatory C7 i C8 wraz z rezystorami R11 i R13 powinny

mieć tolerancję 5%. Układ powinien być zasilany z zasilacza stabilizowanego. Poprawność pracy układu można sprawdzić przez pomiar napięć. Nie powinny się one różnić o więcej niż $\pm 10\%$ od podanych wartości:

emiter T1 0,05 V,
kolektor T1 2,8 V,
emiter T2 2,2 V,
emiter T3 1,6 V,
kolektor T3 12,3 V

Przy pomiarach wzmacniacz zasilano napięciem +24 V



Rys. 4 Rozmieszczenie elementów

Wzmacniacz można zamontować bezpośrednio w gramofonie. Pozwoli to na wyeliminowanie "chwytania", przez przewody doprowadzające sygnał, silnych stacji radiowych, co często jest zmartwieniem melomanów.

Wykaz elementów (jeden kanał)

T1÷T3	– BC 414B lub inny niskoszumowy
R1	– 82 k Ω /0,125 W
R2, R5	– 470 Ω /0,125 W
R3, R4	– 220 k Ω /0,125 W
R6	– 6,8 k Ω /0,125 W
R7	– 47 Ω /0,125 W
R8	– 2,2 k Ω /0,125 W
R9, R10	– 150 Ω /0,125 W
R11	– 47 k Ω /0,125 W
R12	– 3,9 k Ω /0,125 W
R13	– 470 k Ω /0,125 W
C1	– 1 μ F/25 V typ 196D (tantalowy) lub 1 μ F/63 V typ 04/U
C2	– 82 pF/160 V typ KSF-020-ZM
C3	– 22 pF typ KCP
C4	– 220 μ F/10 V typ 04/U
C5	– 4,7 μ F/40 V typ 04/U
C6	– 47 μ F/40 V typ 196D (tantalowy) lub 47 μ F/40V typ 04/U
C7	– 1,5 nF/25 V 5% typ KSF-020-ZM
C8	– 6,8 nF/25 V 5% typ KSF-020-ZM

płytką drukowaną numer 062

Płytką drukowaną wysyłana jest za zaliczeniem pocztowym.

Cena: 7400 zł + koszty wysyłki.

◇ I. K.

Korektor graficzny – pamięć charakterystyk cz. 1

W artykule przedstawiono układ pamięci charakterystyk dla korektora graficznego, opisanego w PE 2/92, 3/92, 4/92 i 5/92. Układ ten stanowi dodatkowe wyposażenie korektora i umożliwia zapamiętanie do 80 charakterystyk, ustawionych na korektorze. Możliwe jest przeglądanie zapamiętanych charakterystyk i wybieranie odpowiedniej dla danego źródła sygnału.

Układ pamięci charakterystyk zaprojektowano w oparciu o układy cyfrowe CMOS serii 4000, z zastosowaniem pamięci statycznej RAM typu 6116. Wykorzystano układy popularne, tanie i łatwo dostępne. Moduł pamięci współpracuje z układami potencjometrów elektronicznych i z układem wyświetlania nastaw potencjometrów i jest wspólny dla obydwu kanałów korektora. Zastosowanie tego układu wymaga wprowadzenia dodatkowych elementów na płytce czołowej korektora: dwóch przycisków do wyboru numeru charakterystyki (górną "↑" i dół "↓"), wyświetlacza numeru charaktery-

styki (2 cyfry) oraz przycisku zapisu ustawionej charakterystyki do pamięci ("ZAPIS").

Opis układu

Podstawowym elementem układu jest pamięć statyczna RAM, o organizacji 2048 słów 8-bitowych. Wartość nastawy pojedynczego potencjometru dla danej charakterystyki zapisana jest na 4 bitach. Dysponując słowami 8 bitowymi, możemy w jednym słowie zapisać wartości nastaw pary potencjometrów z obydwu kanałów. Tak więc wartości nastaw wszystkich potencjometrów dla jednej charakterystyki zajmą 10 ośmiobitowych komórek pamięci. Wykorzystując całą pojemność pamięci mamy więc możliwość zapisania 204 charakterystyk. Biorąc pod uwagę wątpliwą celowość pamiętania tak dużej ilości charakterystyk, i to, że podana pamięć jest najmniejszą z popularnych pamięci statycznych, można pozwolić sobie na "rozrzutne" wykorzystanie pojemności pamięci i zapis nastaw tylko w wy-

branych komórkach. W przedstawionym układzie linie adresowe pamięci zostały podzielone na dwie grupy:

- cztery linie adresowe (najmłodsze) podają w kodzie BCD numer pary potencjometrów (przyjmują wartości od 0 do 9),
- pozostałe siedem linii adresowych podaje (również w kodzie BCD) numer wybranej charakterystyki (przyjmują wartości od 0 do 79).

Umożliwia to uproszczenie układów adresowania pamięci i wyświetlania numeru wybranej charakterystyki, pozostawiając możliwość zapamiętania 80 charakterystyk, co powinno zadowolić nawet bardzo wybrednych słuchaczy.

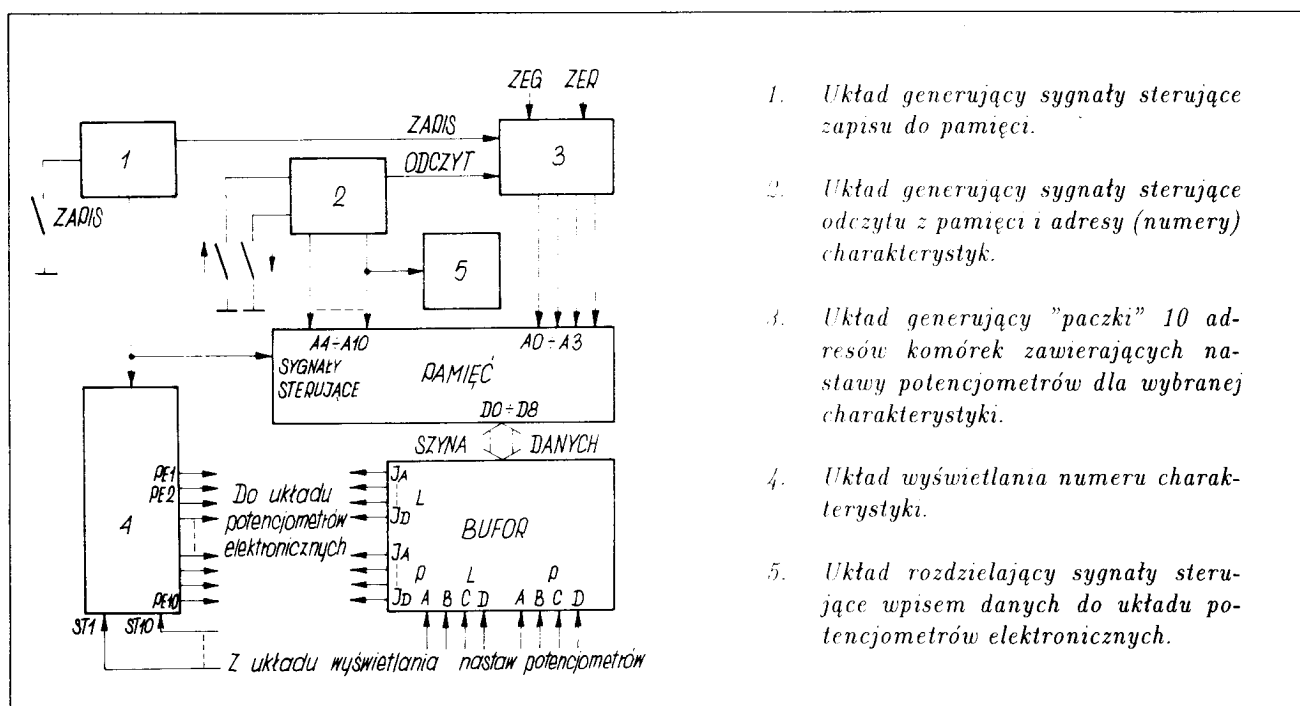
Schemat blokowy modułu pamięci przedstawiony jest na rys. 1.

Zgodnie z powyższym opisem, układ adresowania pamięci składa się z dwóch części:

- układu (3), generującego 10 adresów komórek zawierających nastawy potencjometrów dla wybranej charakterystyki,
- układu (2), generującego adresy (numery) charakterystyk.

Ponadto w module znajdują się układy generujące sekwencje sygnałów sterujących pracą pamięci i zapewniające poprawną współpracę z korektorem: (1), (2) i (4). Dodatkowo dołączone są układy: wyświetlania numeru charakterystyki (5) i podtrzymania zawartości pamięci po wyłączeniu zasilania (6). Układy te nie są niezbędne do poprawnej pracy modułu, ale ich zastosowanie wydatnie podnosi komfort obsługi korektora.

Ciąg dalszy w następnym numerze.



Rys. 1 Schemat blokowy układu pamięci charakterystyk

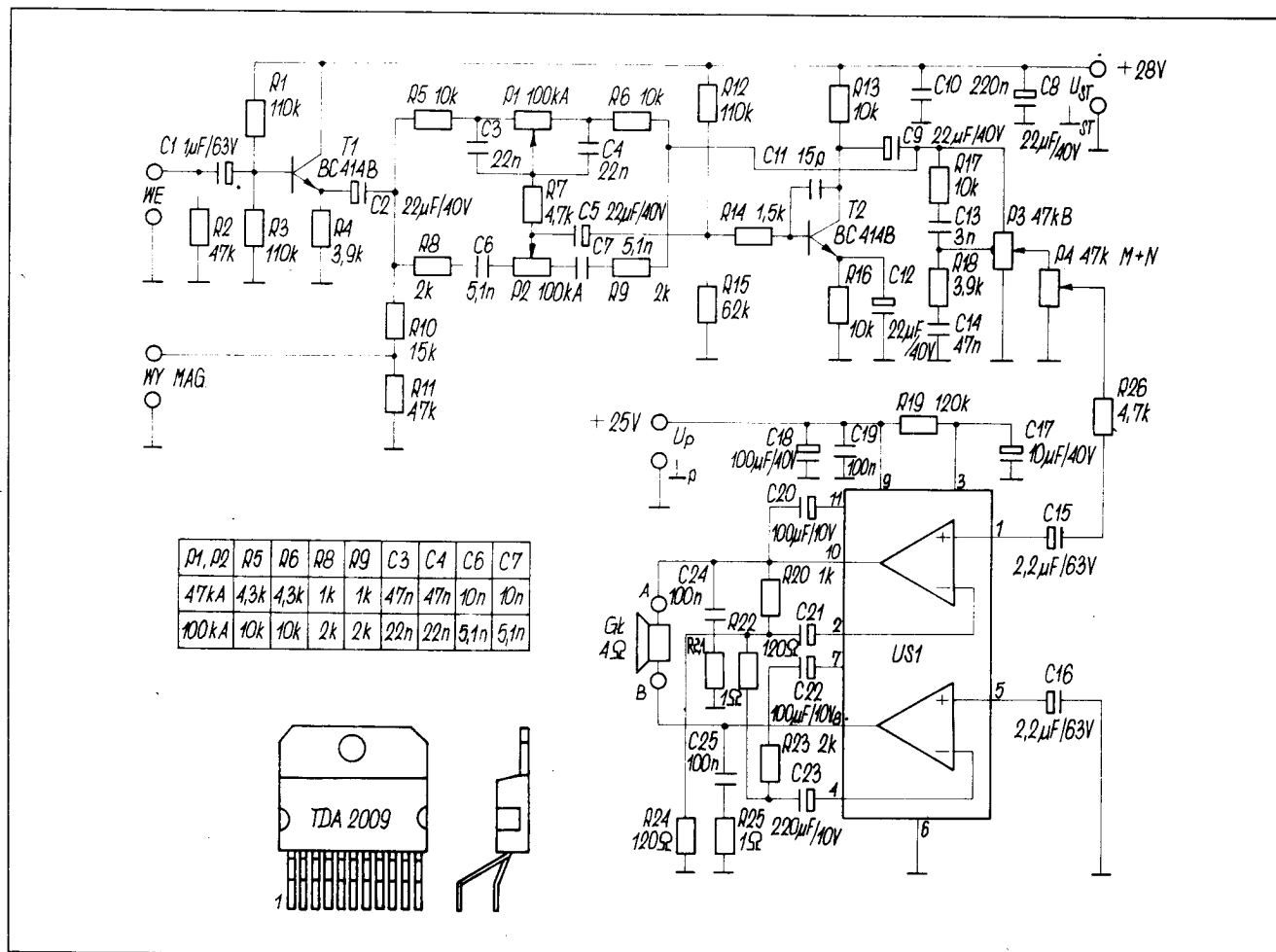
◇ mgr inż. Wiesław Tomala

Wzmacniacz stereofoniczny z regulacją barwy dźwięku

W ostatnich numerach Praktycznego elektronika mało miejsca poświęcaliśmy elektroakustyce. W tym numerze staramy się nadrobić zaległości. Niniejszy artykuł poświęcony jest opisowi konstrukcji kompletnego wzmacniacza akustycznego. Stopień mocy zbudowano w oparciu o łatwo dostępne układy scalone. Konstrukcja jest prosta, ale powinna zadowolić nawet wybrednego melomana.

Opis układu

Schemat układu wzmacniacza zamieszczono na rys. 1. Sygnał z przełącznika wejść doprowadzony jest do kondensatora wejściowego C1. Rezystor R2 zwiera ujemną okładkę tego kondensatora do masy. Eliminuje to stuki w momencie przełączania wejść. Dalej sygnał dociera do wtórника emiterowego T1. Wtórnik ten zapewnia małą impedancję wyjściową niezbędną do prawidłowej pracy regulatora barwy dźwięku.



Rys. 1 Schemat ideowy stereofonicznego wzmacniacza

W emiterze tranzystora T1 umieszczono także dzielnik rezystorowy R10, R11 z którego można pobierać sygnał do wyjścia magnetofonowego.

Regulator barwy dźwięku zaprojektowany został w układzie aktywnym tzn. mostek regulacji barwy umieszczono w pętli sprzężenia zwrotnego wzmacniacza zbudowanego na tranzystorze T2. Zaletą regulatorów aktywnych jest zachowanie poziomu sygnału wejściowego. Charakteryzują się one stałym nachyleniem charakterystyk częstotliwościowych w funkcji regulacji. Korektory te jednak wymagają stosowania potencjometrów o specjalnej charakterystyce typu "S". Zastosowanie zwykłych potencjometrów typu "A" sprawia, że regulacja nie odbywa się liniowo.

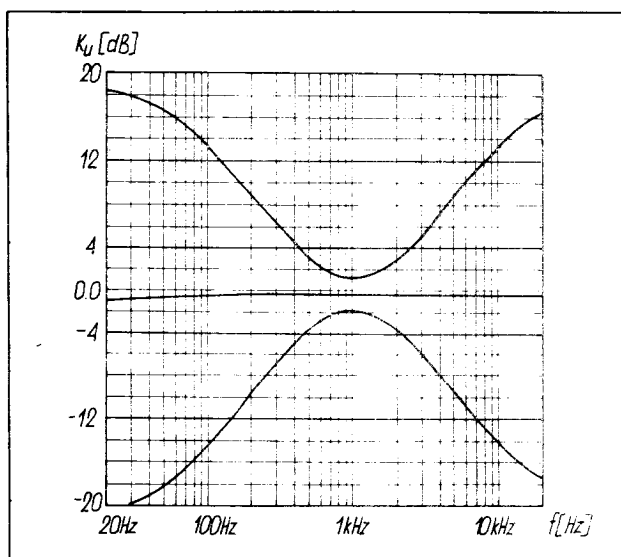
Projektując mostek regulacji barwy dźwięku zwrócono szczególną uwagę na zakresy podbicia i obciążenia tonów wysokich i niskich. Wynoszą one odpowiednio ± 14 dB przy częstotliwościach 100 Hz i 10 kHz. Charakterystyki korektora przedstawiono na rys. 2. Wzmocnienie całego układu wynosi 0 dB dla środkowych położenia potencjometrów.

W przypadku kłopotów z zakupem potencjometrów o wartości 100 k Ω , można zastosować potencjometry 47 k Ω . Ulegają wtedy zmianie wartości niektórych elementów mostka. Wartości te podano w tabeli rys. 1, oraz w wykazie elementów (dla potencjometrów 47 k Ω w nawiasach).

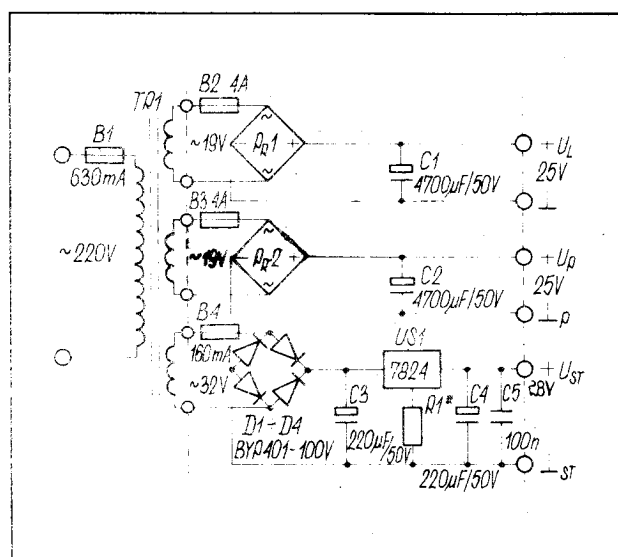
Z wyjścia układu sygnał dochodzi do potencjometrów regulacji siły głosu i balansu. W układzie zastosowano potencjometr z odczepem do którego dołączono filtr konturu. zadaniem tego filtra jest dodatkowe wypuklanie tonów niskich i wysokich w funkcji położenia suwaka potencjometru. Związane jest to ze zmienną czułością ucha ludzkiego dla dźwięków o różnych poziomach.

Z wyjścia potencjometrów regulacji balansu sygnał doprowadzony zostaje do scalonych wzmacniaczy mocy, które pracują w układzie mostkowym. Blższe informacje na temat wzmacniaczy mostkowych można znaleźć w numerze 1/92 PE.

Ciąg dalszy w następnym numerze.



Rys. 2 Charakterystyki układu regulacji barwy dźwięku



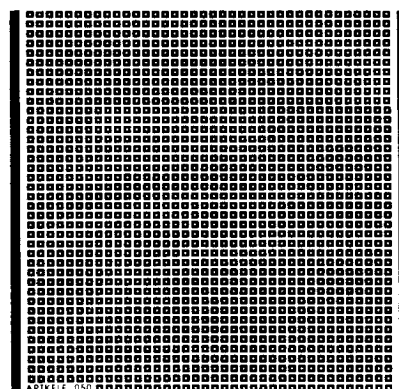
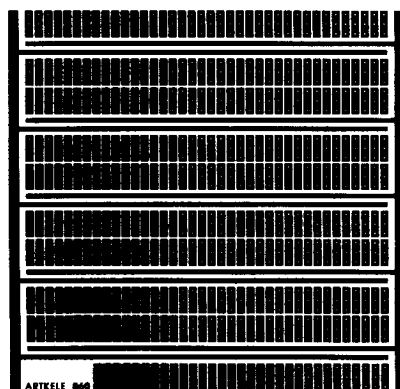
Rys. 3 Schemat ideowy zasilacza

◇ D. C.

Uniwersalne płytki drukowane

W wielu listach od Czytelników poruszany jest temat uniwersalnych płytek drukowanych. Dlatego też przedstawiamy dwie wersje takich płytek. Można na nich montować zarówno układy analogowe jak i cyfrowe w obudowach o odstępach między nóżkami 2,54 mm (rozstaw calowy), oraz rozstawie między rzędami nóżek 7,62 mm lub 15,24 mm. UWAGA płytki te nie posia-

dają wywierconych otworów. Montaż prototypów najwygodniej jest prowadzić od strony druku lutując nóżki elementów bezpośrednio do pól lutowniczych, na długich (fabrycznych) wyprowadzeniach. Ułatwia to sam montaż oraz demontaż badanego układu, a płytkę i elementy można wykorzystać kilkakrotnie.



Rys. 1 Schematy płytek uniwersalnych

Montując układ "na czysto" można zaplanować rozmieszczenie poszczególnych elementów i w odpowiednich miejscach powiercić niezbędne otwory.

Zamieszczone poniżej płytki mają nieco zmniejszone wymiary, tak aby zmieściły się na rysunku. Zakładamy bowiem, że nikt nie będzie się męczył z "malowaniem" takiej ilości pól. Dostępne w sprzedaży wysyłko-

wej oraz sklepach płytki mają już wymiary prawidłowe (10,2 × 10,5 cm).

Płytką drukowaną jest wysyłana za zaliczeniem pocztowym.

Cena: płytka numer 050 – 16000 zł

płytką numer 060 – 16000 zł + koszty wysyłki.

◇ Redakcja

Od redakcji

Począwszy od tego numeru Praktycznego Elektronika zmuszeni jesteśmy podnieść jego cenę. Jest to pochodną podwyżek cen nośników energii, które mają bezpośredni wpływ na koszt papieru i druku. Poprzednia cena nie zmieniała się przez ponad pół roku. Mamy nadzieję, że obecną uda się utrzymać jeszcze dłużej. Drożeją także koszty wysyłki płytek drukowanych. Jest to także echo podwyżek taryf pocztowych. Gorąco apelujemy do wszystkich tych, którzy piszą do redakcji, aby na list i kartki pocztowe naklejali znaczki o właściwych nominałach, zmuszeni bowiem jesteśmy do dopłacania za docierające do nas listy.

*Składamy wszystkim naszym Czytelnikom życzenia
wesołych Świąt Wielkanocnych i smacznego jajka.*

Moduły miernika cyfrowego na bazie – C 520D
płytką + C 520D – 55 tys. zł.
Oferuje: VEGA, 99-400 ŁOWICZ, skr. 24.

Sprzedam wysokiej klasy kamerę
SONY CCD-V5000E.
TRZEBNICA 121952

ELEKTRONIKA TO PRZYSZŁOŚĆ
ZACZNIJ JUŻ TERAZ

**NORD ELEKTRONIK
POLECA**

NOWOCZESNE I ATRAKCYJNE

ZESTAWY DO SAMODZIELNEGO MONTAŻU

EFEKTY ŚWIETLNE, LINIJKI ŚWIETLNE, ŚCIEMNIACZE, ZASILACZE,
SYRENY ELEKTRONICZNE, WZMACNIACZE, POZYTYWKI,
STEROWNIKI WĘZY ŚWIETLNYCH, MODUŁY MIŁIWOLTOMIERZY
CYFROWYCH I WIELE INNYCH.

ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY INDYWIDUALNYCH
ODBIORCÓW, SKLEPY RTV, POLITECHNICZNE, SKŁADNICE
HARCERSKIE.

SPECJALNA OFERTA DLA SZKÓŁ

NAPISZ ZADZWOŃ - KATALOG OTRZYMASZ BEZPŁATNIE

NASZ ADRES:

NORD ELEKTRONIK UL. SŁONECZNA 4, 76-270 USTKA SKR. 136
TEL. (059) 146-616; 144-313; 146-154

**V-ELECTRONICS ul. Sucharskiego 17
65-001 ZIELONA GÓRA tel. 667-55
Poleca:**

Tablice informacyjno-reklamowe z płynącymi
napisami, z możliwością samodzielnego
wpisywania różnych kolorowych tekstów,
układania grafiki, z dźwiękiem, litery polskie +
angielskie + niemieckie + rosyjskie

CENY od 4,95 do 32 mln. zł

Dzwonki mówiące 580 tys. zł

Dzwonki mówiące, do drzwi sklepowych -
510 tys. zł

Transceivery CW, SSB, FM 500 kHz-30 MHz +
50 MHz + 144 MHz

z kluczem elektronowym z 12 pamięciami,
z 15 pamięciami częstotliwości itd.

CENA: 4,3 mln zł

**V-ELECTRONICS ul. Sucharskiego 17
65-001 ZIELONA GÓRA tel. 667-55**

Transceivery DIGITAL 931:

Zakresy 0,5m-30 MHz, 6m, 2m, CW, SSB, opcjonalnie FM. Moc 4W, czułość 0,2 μV.

Duża odporność na modulację skrośną. Niektóre elementy transceivera:

syntezer częstotliwości, RIT, XIT, cyfrowy S-mtr, cyfrowy VOX i BK, cyfrowy monitor CW,
cyfrowy klucz elektronowy z 12-toma pamięciami, cyfrowa skala, 15 pamięci
częstotliwości, możliwość pracy przez dowolne przemienniki, praca przez satelity
np. 28 MHz/144 MHz.

Transceiver sterowany mikroprocesorowo Cena 4,5 mln. zł

Wersja uruchomiona, bez obudowy Cena 3,5 mln. zł

W przygotowaniu wzmacniacz mocy 50 W do DIGITAL 931

**PRZYRZĄDY
DO REAKTYWACJI
KINESKOPÓW**

wykonuje

REWO-Elektronika
skr. poczt. 449
00-950 Warszawa

Informacje
po nadesłaniu
koperty zwrotnej